

Министерство высшего и среднего специального образования
Республики Узбекистан

Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации
автомобильных дорог

Кафедра «Изыскания и проектирование автомобильных дорог»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Для практических занятий
по предмету «Проектирование автомобильных дорог»**



для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата:

5340800 «Автомобильные дороги и аэродромы»

Ташкент 2017 г.

Данные методические указания составлены по учебной программе предмета «Проектирование автомобильных дорог» для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 5340800 «Автомобильные дороги и аэродромы».

Составитель:

ст.пр. Д.А. Махмудова

Рецензент:

ст.пр. Ф.Х. Икрамова

Обсуждены на заседании кафедры «И и ПАД»
Протокол заседания № 1 от 28.09.2017 г.

Зав.каф. «И и ПАД»

проф. Шахидов А.Ф.

Обсуждены на заседании методического совета ФАД и ИС.
Протокол заседания №2 от 29.08.2017 г.

Председатель методического совета ФПСАД и С

доц.Салимова Б.Д.

1. НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО ШНК 2.05.02-07 АД

Категории дорог следует назначить в зависимости от функционального назначения и перспективной интенсивности движения по табл. 1 [1, 2].

Таблица 1.1

Экономическое значение дороги	Категория дороги	Расчетная интенсивность движения, прив. ед/сут
Международного и государственного значения	Ia (автомагистраль)	св. 14000
	Iб (скоростная дорога)	св. 14000
	II	6000 - 14000
	III	2000 - 6000
	IV	200 - 2000
Местного значения	V	до 200

Примечание: Расчетная интенсивность в транспортных единицах принимается в случаях, когда легковые автомобили будут составлять менее 30% общего транспортного потока.

1.1. Расчетные скорости

Расчетные скорости движения для проектирования элементов плана и продольного профиля следует принимать по таблице 2 [1] в зависимости от категории дороги.

Расчетные скорости, установленные в таблице 2 для трудных участков пересеченной и горной местности, допускается принимать только при соответствующем технико-экономическом обосновании с учетом местных условий для каждого конкретного участка проектируемой дороги.

Таблица 1.2

Категория дорог	Расчетные скорости, км/ч		
	основные	допустимые на трудных участках местности	
		Пересеченной	горной
Ia	150	120	80
Iб	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

1.2. Основные параметры поперечного профиля дороги

Основные параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог, а также продольного профиля в зависимости от их функционального назначения и категорий следует принимать по нижеприведенной таблице.

Таблица 1.3

Параметры элементов дорог	Автоматическая магистраль	Скоростная дорога	Дороги обычного типа			
	категории					
	Ia	Iб	II	III	IV	V
Общее число полос движения	4 и более	4 и более	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Ширина краевой полосы у обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Ширина укрепленной части обочины, м	2,5	2,5	2,5	1,5	1,0	-
Наименьшая ширина центральной разделительной полосы без дорожных ограждений, м	6,0	5,0	-	-	-	-
Наименьшая ширина центральной разделительной полосы с ограждением по оси дороги, м	2 м + ширина ограждения		-	-	-	-
Ширина краевой полосы безопасности у разделительной полосы, м	1,0		-	-	-	-
Ширина земляного полотна, м	28,5 и более	27,5 и более	15,0	12,0	10,0	8,0

1.3. Основные параметры для проектирования плана и продольного профиля

Таблица 1.4

Расчетная скорость, км/ч	Наибольшие продольные уклоны, ‰	Наименьшие расстояния видимости, м		Наименьшие радиусы кривых, м				
		для остановки	Встречного автомобиля	в плане:		в продольном профиле:		
				основные	в горной местности	выпуклых	вогнутых	
							основные	в горной местности
150	30	300	-	1200	1000	30000	8000	4000
120	40	250	450	800	600	15000	5000	2500
100	50	200	350	600	400	10000	3000	1500
80	60	150	250	300	250	5000	2000	1000
60	70	85	170	150	125	2500	1500	600
50	80	75	130	100	100	1500	1200	400
40	90	55	110	60	60	1000	1000	300
30	100	45	90	30	30	600	600	200

Задание №1. Назначить параметры автомобильной дороги по заданной преподавателем интенсивности движения.

2. РАСЧЕТ ШИРИНЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ И ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Как показывают наблюдения, даже при стремлении водителя ехать точно по прямому направлению, автомобиль фактически движется по некоторой синусоидальной траектории. Отклонения этой траектории от прямой тем больше, чем выше скорость движения.

Необходимая ширина полосы движения складывается из ширины кузова автомобиля и расстояний от кузова до края смежной полосы движения и от колеса до кромки проезжей части. Эти расстояния зависят от индивидуальных особенностей водителей и меняются в известных пределах.

На дорогах с двумя полосами движения ширина проезжей части определяется по формуле:

$$B=b+c+2y+x,$$

где: b – ширина кузова автомобиля, м; c – колея автомобиля (расстояние между внешними гранями следа наиболее широко расставленных колес), м; x – зазор между кузовами встречных автомобилей, м; y – расстояние от внешней грани следа колеса до края проезжей части, м.

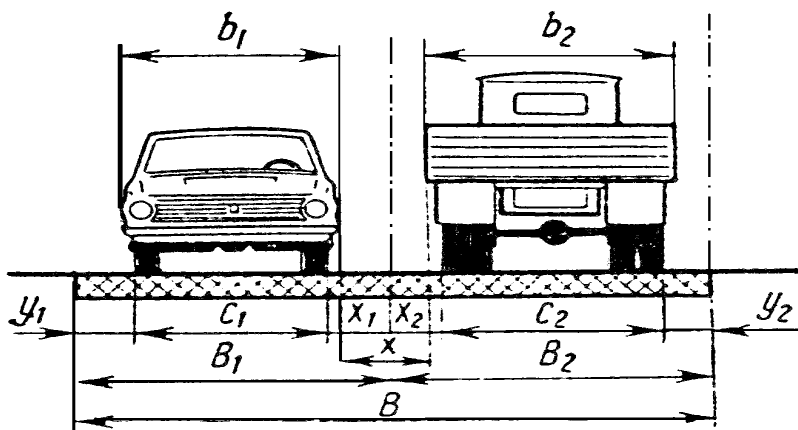


Рис. 2.1. Схема для определения ширины проезжей части

Для величин x и y предложены эмпирические формулы:

$$x = 0,3 + 0,1\sqrt{V_1 + V_2}; \quad y = \sqrt{0,1 + 0,0075V};$$

где: x, y – в м; V – в км/ч.

При движении в одном направлении по смежным полосам проезжей части, например при обгоне:

$$\left. \begin{aligned} x &= 0,3 + 0,075\sqrt{V_1 + V_2}; \\ y &= \sqrt{0,1 + 0,0075V}. \end{aligned} \right\}$$

При обосновании необходимой ширины полосы движения следует рассматривать два возможных случая встречи автомобилей: первый – легковых автомобилей, имеющих небольшую ширину, но высокие скорости; второй – грузовых автомобилей с широкими кузовами, но движущихся с меньшими скоростями.

По ШНК 2.05.02-07 АД даны необходимые ширины одной полосы и проезжей части. Нужно количество полос определяется по формуле:

$$n = \frac{N\varepsilon}{ZN_{np}},$$

где: N – приведенная перспективная интенсивность движения, авт/час.

ε - коэффициент неравномерного распределения интенсивности по месяцам года.

Z – степень загруженности дороги.

N_{np} – пропускная способность одной полосы.

Пример расчета ширины проезжей части и земляного полотна для расчетных автомобилей ГАЗ-24 и КАМАЗ 5320.

1. Зазор между кузовами встречных автомобилей определяем по формуле:

$$x = 0,3 + 0,1\sqrt{V_1 + V_2} = 0,3 + 0,1\sqrt{120 + 80} = 1,71 \text{ м}$$

$$V_1 = 120 \text{ км/ч для ГАЗ-24}$$

$$V_2 = 80 \text{ км/ч для КАМАЗ-5320}$$

2. Расстояние от внешней грани следа колеса до края проезжей части определяем по формуле:

$$y = \sqrt{0,1 + 0,0075V} = \sqrt{0,1 + 0,0075 \cdot 120} = 1,38 \text{ м}$$

3. Определение ширины проезжей части:

$$B_{np} = b + c + 2y + x = (1,82 + 2,5)/2 + (1,42 + 1,85)/2 + 2 \cdot 1,38 + 1,71 = 8,27 \text{ м}$$

Для ГАЗ-24 $b=1,82$ м, $c=1,42$ м,

Для КАМАЗ-5320 $b=2,5$ м, $c=1,85$ м.

4. Ширина земляного полотна определяется:

$$B_{3/n}=B_{n/4}+2B_{об}=8,27+2\cdot2,0=12,27 \text{ м.}$$

По ШНК 2.05.02-95 АД ширина обочины для II категорий 3,75 м, а земляного полотна 15,0 м.

Задание №2. Определить ширину земляного полотна.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЮ

Движение автомобиля по дороге характеризуется тремя факторами: индивидуальные особенности водителя, дорожные условия и эксплуатационные свойства автомобилей, которые зависят от следующих:

- силы движущие автомобиль; силы сопротивляющиеся движению автомобиля.

Сила тяги автомобиля расходуется на преодоление следующих сил сопротивлений: сила сопротивления качению – P_f ; сила сопротивления воздуха – P_w ; сила сопротивления уклона при движении на подъём – P_i ;

- сила инерции - P_j ;

Первые две силы сопротивления всегда сопротивляются движению автомобиля. Последние две силы исходя из дорожных условий могут действовать на движение автомобиля, или могут не действовать. Тогда формула движения автомобиля имеет такой виде:

$$P_T = P_f + P_w \pm P_i \pm P_j \quad (1)$$

Сопротивление качению вызывается затратой энергии на деформацию шин и дорогой. При движении по дорогам с твердыми покрытиями сопротивление качению прямо пропорционально давлению по дороге:

$$P_f = \Sigma G_i f_i \quad (2)$$

Где: G_i – нагрузка на дорогу от отдельных колес;

f_i – соответствующие коэффициент сопротивления качению;

Сопротивление качению зависит от скорости движения и от эластичности шины. При скоростей движения ниже 50 км/ч сопротивление качению возрастает очень медленно и его можно считать практически постоянным.

Коэффициент сопротивления качению для разных покрытий имеет следующие значения:

таблица 3.1

№	Покрытия	Значения f
1.	Цементобетон и асфальтобетон	0,01-0,02
2.	Из щебня или гравия обработанных органическими вяжущим материалом, с равной поверхности	0,02-0,005
3.	Из щебня или гравия не обработанных вяжущим	0,03-0,04
4.	Булыжная мостовая	0,04-0,05
5.	Грунтовая дорога ровная	0,03-0,06

С повышением скорости ($60 < V < 150$ км/ч) значение f_0 нужно принять равным f_v

$$f_v = f_0 [1 + 0.01(V - 50)] \quad (3)$$

$$\Psi = f \pm i \pm j \quad (4)$$

При ускорении и замедлении дорожное сопротивление:

$$\Psi = f \pm i \pm j$$

Пример: Для расчетного автомобиля – ГАЗ – 24 движущейся на асфальтобетонной автодороге определить силы сопротивления движению, дорожные сопротивления и динамический фактор:

Для этого приведем в следующей таблице пользуясь кратким справочником автомобиля, технико-эксплуатационные параметры расчетного автомобиля:

таблица 3.2

№	Наименование параметра	Обозначение	Значение
1.	Масса автомобиля	Q , кг	1820
2.	Нагрузка на заднюю ось	$Q_{з.о.}$, кг	950
3.	Длина автомобиля	L_o , мм	4760
4.	Ширина автомобиля	a , мм	1820
5.	Высота автомобиля	h , мм	1490
6.	Расстояние между колесами автомобиля	$C_{перед}$, мм $C_{орка}$, мм	1470 1420

7.	Радиус колеса движущегося автомобиля	$Z_k, \text{ м}$	0,315
8.	Число передач коробки передач	i_1, i_2, i_3, i_4	3.5; 2,26; 1,45; 1,0
9.	Число главной передачи	i_0	4,1
10.	Максимальная скорость	$V_{\text{max}}, \text{ км/ч}$	147
11.	Количество вращений коленчатого вала	n_e	4500
12.	Мощность двигателя	N_{max}	95
13.	КПД	η	0,92
14.	Коэффициент обтекаемости	K	0,035
15.	Максимальный вращающий момент	M_{max}	19

Определим силы сопротивления движению при минимальной и максимальной скоростях.

1. Сила сопротивления качению определяется по формуле:

$$P_f = \sum G_i f$$

При $V_1=37 \text{ км/ч}$ коэффициент сопротивления качению для асфальтобетонного покрытия $=0,02$, тогда

$$P_f = 1820 \cdot 0.02 = 36.4 \text{ кг.}$$

При $V_4=130 \text{ км/ч}$, и $f_0 = 0.02$

$$f_v = f_0(1 + 4.5 \cdot 10^{-5} \cdot V^2) = 0.02(1 + 4.5 \cdot 10^{-5} \cdot 130^2) = 0.0352$$

$$P_f = 1820 \cdot 0.0352 = 64.08 \text{ кг;}$$

6. Определение дорожных сопротивлений, при неизменной скорости:

$$\Psi = f \pm i;$$

$$V_1=37 \text{ км/ч; } \Psi_1=0,02 \pm 0,04=0,06 \text{ } (-0,02)$$

$$V_4=130 \text{ км/ч; } \Psi_4=0,0352 \pm 0,04=0,0752 \text{ } (-0,0048)$$

Сила сопротивления при ускорении и замедлении;

$$\Psi = f \pm i \pm j;$$

$$V_1=37 \text{ км/ч, } \Psi_1=0,02 \pm 0,04 \pm 0,12=0,18 \text{ } (-0,14)$$

$$V_2=130 \text{ км/ч, } \Psi_4=0,0352 \pm 0,04 \pm 0,12=0,1952 \text{ } (-0,1248)$$

Задание №3. Произвести расчет для автомобиля заданного преподавателем.

4. НАНЕСЕНИЕ НА ТОПОКАРТЕ ВАРИАНТОВ ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.

4.1. Для нанесения на топокарте вариантов **трассы** используется топокарта с масштабами 1:10000 или 1:25000. Обычно на таких топокартах сплошные горизонтالي проведены через 2,5 или 5,0 м. (рис. 4.1).

Нанесение на топокарте вариантов трассы между пунктами А и В выполняется в следующем порядке:

Вначале между пунктами А и Б наносят воздушную линию. Она является самым коротким путем, и она может пересекать любые преграды.

На топокарте наносят не менее двух вариантов трассы. Трассы могут иметь один или несколько углов поворота. При нанесении вариантов учитывается категория автомобильной дороги. I и II категории дорог должны проходить близко к воздушной линии. Пересечения с автодорогами, каналами и реками должны быть под углом 75° – 90° . Необходимо избегать резких поворотов, а также длина прямых должна быть в пределах 3,5–5 км.

Для проектирования кривых на углах поворота, назначается наименьший радиус кривой в плане. Величина радиуса кривой определяется в зависимости от категории автомобильной дороги (таблица 4.1). Наименьшие радиусы кривых $R_{\min}$ в плане

Таблица 4.1

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	Наименьший радиус кривой,	
		Основная	В горной местности
I _a , I _б	150	1200	1000
II	120	800	600
III	100	600	400
IV	80	300	250
V	60	150	125

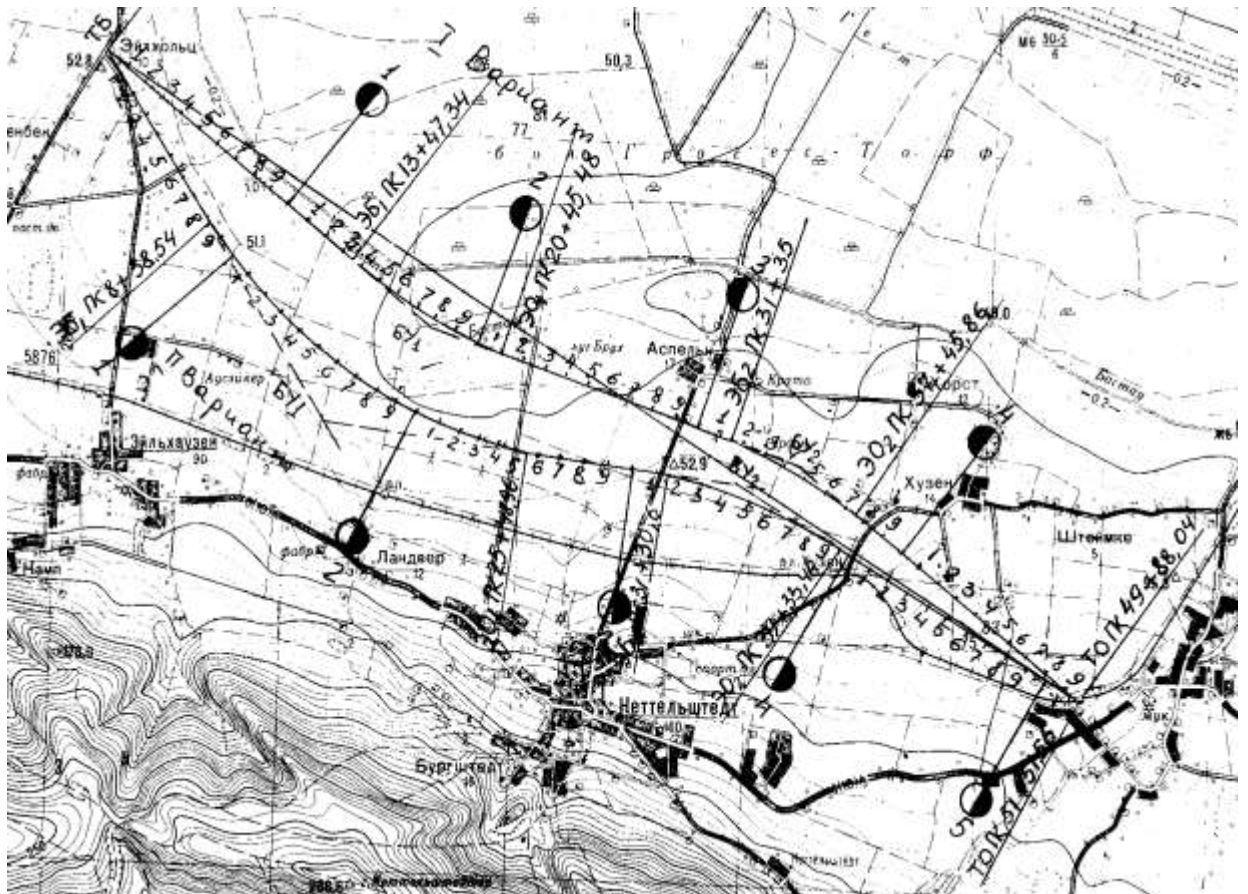


Рис. 4.1. Топографическая карта местности с вариантами трассы автомобильной дороги.

4.2. При движении автомобиля по кривым малых радиусов, на автомобиль действует центробежная сила. Для того, чтобы уменьшить действие этой силы и обеспечить безопасность движения, проектируют переходные кривые. В пределах основной и переходных кривых на проезжую часть дороги придают односкатный поперечный уклон. Такие места кривых называют «виражами». Длина переходных кривых зависит от значения радиуса основной кривой. Эта зависимость приведена в таблице 4.2 .

При проектировании переходных кривых в «ведомость прямых и кривых» заносится графа «начало переходной кривой» и «конец переходной кривой». Для обеспечения безопасности движения автомобиля по кривой для дорог I технической категории целесообразно принимать радиус кривой не менее 3000 м. Для остальных категорий $R \geq 2000$ м.

Длина переходных кривых.

Таблица 4.2.

Длина основной кривой, м	Длина переходных кривых, м
30	30
50	35
60	40
80	45
100	50
150	60
200	70
250	80
300	90
400	100
500	110
600-1000	120
1000-2000	100

Задание №4. Нанести 2 варианта трассы между пунктами А и Б на топокарте, заданной преподавателем.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ВЕДОМОСТИ ПРЯМЫХ И КРИВЫХ

5.1. Трасса состоит из прямых и кривых участков. Основные элементы прямой, это – её длина P и направление – γ (румб).

Значения элементов кривых в плане можно определить по выше указанным формулам, или можно определить с помощью таблицы Н.А. Митина. Для этого определяются значения элементов кривых с радиусом равным 1 метр, и умножаются эти значения на принятое значение радиуса.

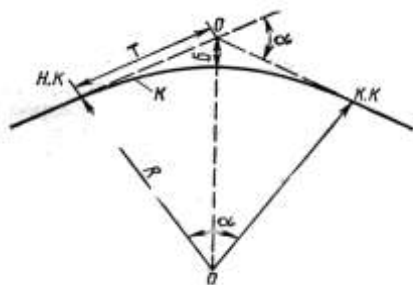


Рис.5.1. Элементы горизонтальной кривой: α – угол поворота.

T – тангенс; $T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$

B – биссектриса; $B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$;

K – кривая; $K = \frac{\pi R \alpha}{180}$; (1)

D – домер; $D = 2T - K$;

Например:

При $\alpha_1 = 20^\circ 00'$; $R = 1 \text{ м}$.

$T = 0,17633 \cdot 2000 \text{ м} = 352,66 \text{ м}$

$\mathcal{E} = 0,34907 \cdot 2000 \text{ м} = 698,14 \text{ м}$

$B = 0,01543 \cdot 2000 \text{ м} = 30,86 \text{ м}$

$D = 0,00358 \cdot 2000 \text{ м} = 7,18 \text{ м}$

$\alpha_1 = 17^\circ 00'$; $R = 1 \text{ м}$.

$T = 0,15391 \cdot 2000 \text{ м} = 307,82 \text{ м}$

$\mathcal{E} = 0,30543 \cdot 2000 \text{ м} = 610,86 \text{ м}$

$B = 0,01178 \cdot 2000 \text{ м} = 23,56 \text{ м}$

$D = 0,00239 \cdot 2000 \text{ м} = 4,78 \text{ м}$

I вариант трассы имеет два угла поворота: первый – влево $20^\circ 00'$; второй – вправо $17^\circ 00'$. Участок трассы с пункта А до вершины угла поворота разбиваем на пикеты. Данная карта имеет масштаб 1:25000, поэтому, каждый пикет, равный 100 метрам, имеет длину 4 мм. Тогда, расстояние от начала трассы до первой вершины угла – ВУП1 равняется $S_1 = 1700 \text{ м}$.

Значит: ВУП1=ПК 17+00.

Расстояние от ВУП1 до ВУП2 $S_2 = 1750 \text{ м}$. Расстояние от ВУП2 до конца трассы КТ $S_3 = 1550 \text{ м}$. Для определения пикетного положения начало кривой НК1, нужно отнимать от пикетного положения ВУП1 тангенс Т1, тогда:

$$\begin{array}{r} \text{ВУП1 ПК 17+00} \\ - \text{Т1 352,66} \\ \hline \text{НК1 = ПК 13 + 47,34} \end{array}$$

Определяем середину кривой:

$$\begin{array}{r}
\text{НК1 ПК } 13+47,34 \\
+ \\
\frac{K}{2} 349,07 \\
\hline
\text{СК1 ПК } 16 + 96,4 ;
\end{array}$$

Определяем пикетное положение начала кривой 1 НК1:

$$\begin{array}{r}
\text{НК1 ПК } 13 + 47,34 \\
\frac{K1}{2} 698,14 \\
\hline
\text{КК1 ПК } 20 + 45,48
\end{array}$$

По значениям НК1, СК1 и КК1 на топокарте разбивается кривая на пикеты. Далее разбиваем трассу до ВУП2. Его пикетажное положение ВУП2 = ПК 34+42,82. Пикетное положение начала кривой 2 (НК 2) определяется следующим образом:

$$\begin{array}{r}
\text{ВУ2 ПК } 34 + 42,82 \\
\frac{T2}{2} 307,82 \\
\hline
\text{НК2 = ПК } 31 + 35
\end{array}$$

Середина кривой:

$$\begin{array}{r}
\text{НК2 = ПК } 31 + 35 \\
+ \\
\frac{K2}{2} 305,43 \\
\hline
\text{СК2 ПК } 34 + 05,78
\end{array}$$

конец второй кривой:

$$\begin{array}{r}
\text{НК2 ПК } 31 + 35 \\
+ \\
\frac{K2}{2} 610,86 \\
\hline
\text{КК2 ПК } 37 + 45,86
\end{array}$$

До конца трассу разбиваем на пикеты: тогда, конец трассы:

$$\text{КТ} = \text{ПК } 49+88,04$$

Все значения введем в таблицу «Прямых и кривых». Определяем длину прямых. Первая прямая $P_1 = \text{НК}_1 = 1347,34$ или;

$$P_1 = S_1 - T_1 = 1700 - 352,6 = 1347,34 \text{ м.}$$

Определяем длину P_2 :

$$P_2 = S_2 - T_1 - T_2 = 1750 - 352,6 - 307,82 = 1089,52 \text{ м.}$$

Длина P_3 :

$$P_3 = S_3 - T_2 = 1550 - 307,82 = 1242,18 \text{ м.}$$

5.2. Графа «румб направлений» заполняется следующим образом:

Определяется дирекционный угол линии S_1 ; который измеряется по часовой стрелке от вертикальной линии сетки до линии S_1 . В нашем примере:

$$ДУ_1 = 53^0 30^1$$

По значению дирекционного угла $ДУ_1$ определяется Азимут начала трассы:

$$Az_1 = ДУ_1 - [(\pm C_0) - (\pm C_{сб})] \quad (2)$$

Здесь: $C_{сб}$ – угол сближения между истинным меридианом и линией сетки карты;

C_0 – угол отклонения магнитной стрелки.

Значит, на карте; $C_{сб} = +2^0 09^1$ и $C_0 = -3^0 04^1$;

Тогда;

$$Az_1 = 53^0 30^1 - [(-3^0 04^1) - (+2^0 09^1)] = 48^0 17^1.$$

Далее определяются азимуты последующих линий трассы:

$$Az_n = Az_{n-1} \pm \alpha$$

Где; α – угол поворота трассы; если угол вправо берётся «+», если угол влево берётся «-».

$$Az_2 = 48^0 17^1 - 20^0 00^1 = 28^0 17^1$$

$$Az_3 = 20^0 17^1 - 17^0 00^1 = 45^0 17^1$$

По значениям азимутов линий определяются румбы. Их направления приведены в следующей таблице 7.

Азимуты и направления румбов.

Таблица 4.3

Азимут линии. Аз	0^0-90^0	90^0-180^0	180^0-270^0	270^0-360^0
Направления румбов	Северо-восток	Юго-восток	Юго-запад	Северо-запад
Значения румбов	$r = Az$	$r = 180^0 - Az$	$r = Az - 180^0$	$r = 360^0 - Az$

Тогда: $r_1 = 48^0 17^1$ северо-восток

$r_2 = 28^0 17^1$ северо-восток

$r_3 = 45^0 17^1$ северо-восток

5.3. После заполнения всех граф ведомости «Прямых и кривых» производятся следующие проверки:

$$1. \text{ Аз нач} - \text{Аз кон} = \Sigma \alpha_{\text{лев}} - \Sigma \alpha_{\text{прав}} \quad (3)$$

здесь; - $Az_{\text{нач}}$ – Азимут начала трассы Az_1 ; $Az_{\text{кон}}$ – Азимут конца трассы; $\Sigma \alpha_{\text{лев}}$ и $\Sigma \alpha_{\text{прав}}$ – сумма углов поворота влево и вправо по всей трассе.

$$48^0 17^1 - 45^0 17^1 = 20^0 00^1 - 17^0 00^1$$

$$3^0 00^1 = 3^0 00^1.$$

Значит, правильно.

$$2. \Sigma P + \Sigma K = L_{\text{тр.}}$$

Где; ΣP – сумма длин прямых; ΣK – сумма длин кривых; $L_{\text{тр}}$ – длина трассы.

$$3679,04 \text{ м.} + 13,09 \text{ м.} = 4988,04 \text{ м.}$$

$$4988,04 \text{ м.} = 4988,04 \text{ м.}$$

Значит, верно.

$$3. \Sigma S + \Sigma D = L_{\text{тр}}$$

здесь: ΣS – Расстояния между вершинами углов; ΣD – сумма домеров.

$$5000 \text{ м.} - 11,96 \text{ м.} = 4988,04 \text{ м.}$$

$$4988,04 \text{ м.} = 4988,04 \text{ м.}$$

Значит, верно.

$$4. \Sigma 2T - \Sigma K = \Sigma D:$$

где; $\Sigma 2T$ – сумма тангенсов, умноженная на 2; ΣD – сумма домеров.

$$1320,96 \text{ м.} - 1309 \text{ м.} = 11,96 \text{ м.}$$

$$11,96 \text{ м.} = 11,96 \text{ м.}$$

Значит, верно.

ВЕДОМОСТЬ ПРЯМЫХ И КРИВЫХ

УГЛЫ					кривые, м								Прямые				
№	Положение вершины угла		Значение угла		Элементы кривой,м					НК		КК		Расстояние между вершинами угловS, м	Длина прямойP, м	Направление румба, ⁰ , ' , ''	Направление азимута, ⁰ , ' , ''
	ГК	+	влево	вправо	R	T	K	Б	D	ГК	+	ГК	+				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
НТ	0	00															
ВУ1	17	00	20 ⁰ 0 ¹		2000	352.66	698.14	30.86	7.18	13	47.34	20	45.48	1750	1347.34	53 ⁰ 30 ¹ ЖШк	126 ⁰ 30 ¹
БУ2	34	42.82		17 ⁰ 00 ¹	2000	307.82	610.86	23.56	4.78	31	35	37	45.86	1550	1242.18	56 ⁰ 30 ¹ ЖШк	Аз=123 ⁰ 30 ¹
КТ	49	88.04				Σ=660.48	Σ=1309		Σ=11.96			ТО	49				

ПРОВЕРКИ:

I- вариант

II- вариант

$$1) \text{Анч-Акон} = \sum d_{\text{лев}} - \sum d_{\text{прав}} \quad 126^0 30^1 - 123^0 30^1 = 3^0 00^1; \quad 20^0 00^1 - 17^0 00^1 = 3^0 00^1$$

$$2) 2 \sum T - \sum K = \sum D \quad 2 \times 660.48 - 1309 = 11.96$$

$$3) \sum P + \sum K = L_{\text{пр}} \quad 3679.04 + 1309 = 4988.04$$

$$\sum S_{\text{ВУ}} - \sum D_{\text{Лпр}} \quad 5000 - 11.96 = 4988.04$$

Задание №5. Составить ведомость прямых и кривых, а также произвести проверку расчетов.

6. СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАССЫ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.

Для сравнения вариантов пользуются топографической картой местности масштабом м 1:10000 или 1:25000. По заданию № 2, на топокарте наносится два варианта трассы автомобильной дороги между пунктами А и Б. По следующим показателям оба варианта сравниваются (таблица 6.1): Лучшим по техническим показателям считается вариант, имеющий больше преимуществ.

Таблица сравнения вариантов трассы.

Таблица 6.1

№	Наименование показателей	Единица измерений	Значения показателей вариантов		Преимущества вариантов	
			I	II	I	II
1	2	3	4	5	6	7
1	Длина трассы	км	4,98	5,15	+	-
2	Коэффициент удлинения $K_{уд} = L_{тр} / L_{возд.}$		1,2	1,3	+	-
3	Среднее значение углов поворота $\alpha_{ср} = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2$	град	$18^0 30^1$	36^0	+	-
4	Величина радиуса кривой	М	2000	2000	-	-
5	Расстояние видимости на плане	М	Обеспечена			
6	Наибольший продольный уклон	‰	-	-	-	-
7	Количество пересекаемых каналов и арыков	штук	8	11	+	-
8	Длина участка дороги, проходящей по	км	0,6	1,0	+	-

	неудобным землям.					
9	Длина участка дороги, проходящей через населенные пункты	км	-	-	-	-
10	Длина участка дороги, проходящей по лесным зонам	км	-	-	-	-
11	Площадь занимаемая дорогой сельскохозяйственных земель	га	2,28х х2,6	3,36 х2,6	+	-
12	Количество пересечений в одном уровне	штук	3	4	+	-
13	Количество путепроводов	штук	-	-	-	-

Для сравнения вариантов суммируется количество «+» ов для каждого варианта. Для этого примера преимуществ у I варианта больше, чем у II варианта. Для проектирования выбирается I вариант. При выполнении реальных проектов варианты трассы сравнивают по технико-экономическим показателям, куда входят, кроме технических показателей, объемы работ, их стоимости и стоимость транспортных расходов, коэффициент эффективности капиталовложений.

Задание №6. Сравнить варианты трассы, выполненные по предыдущему заданию.

7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ДОРОГИ.

План трассы вычерчивают по данным ведомости углов поворота, прямых и кривых на чертежных листах длиной 841 мм, высотой 297 мм (половина формата №1). Располагать трассу следует так, чтобы верх листа по возможности был обращен на север, а при направлении трассы север—юг -на запад. Масштаб плана принимают для равнинной и пересеченной местности 1:5000, для горной местности 1:2000. Трассу на плане наносят сплошной основной линией. Прямые участки от кривых отделяют черточками. Тангенсы наносят пунктирной линией. По всей линии трассы проставляют пикеты и

километры. На углах поворотов пишут их номера, а величины закруглений длин прямых и их румбов заносят в таблицу, которую располагают на свободном месте. Ситуацию на плане трассы показывают по данным топографической карты. Ситуационные знаки и надписи выполняют параллельно рамке. Пикеты и другие надписи, относящиеся к трассе, пишут вдоль трассы или перпендикулярно к ней. Условные обозначения и знаки должны соответствовать действующим для топографических карт. На плане трассы, проложенной в равнинной и слабопересеченной местности, горизонтали показывают в тех местах, где они необходимы для обоснования выбора направления трассы, а в сильно пересеченной и горной местности на всем ее протяжении. При пересечении трассы с железными и автомобильными дорогами на плане указывают угол и пикетажное положение пересечения. Выше трассы указывают наименование землепользователей. На свободном месте вычерчивают схемы закрепления трассы (рис.10.1) и таблицу элементов углов поворотов прямых и кривых, а в левом верхнем углу располагают стрелку направления север—юг, летнюю и зимнюю розы ветров. При значительной длине трассы в конце ее на первом листе, в начале и конце трассы; на последующих листах перпендикулярно к ней проводят пунктирные линии сопряжения с соседними.

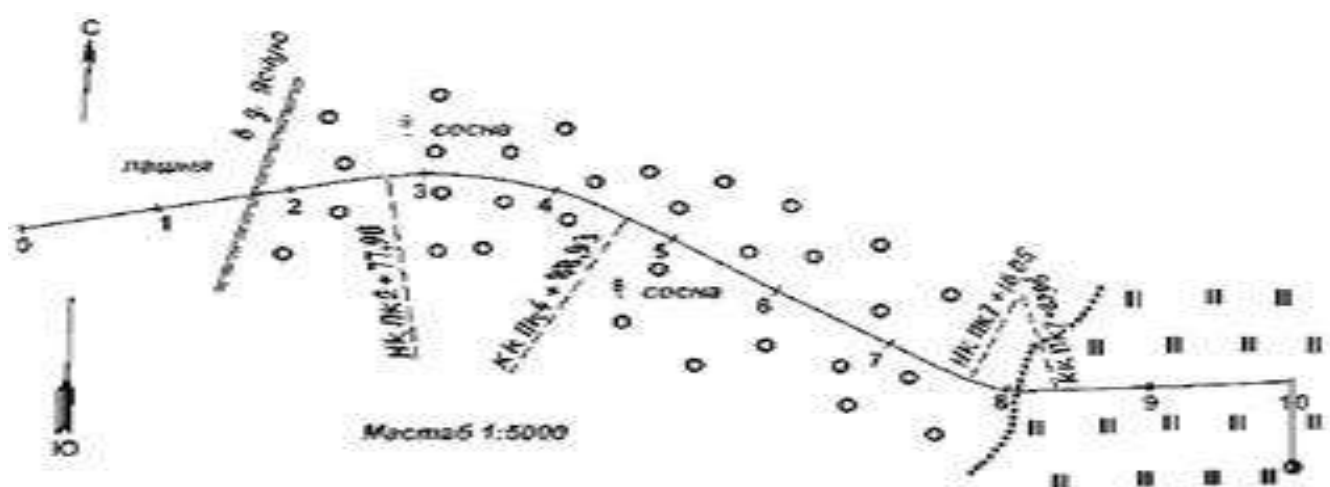


Рис.7.1. План трассы автомобильной дороги.

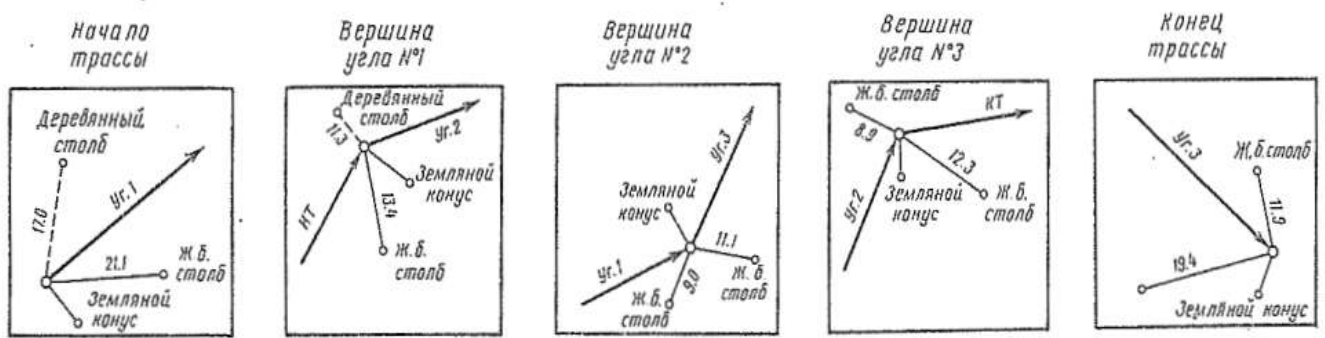


Рис.7.2. Закрепление осей трассы.

Задание №7. Составить план трассы автомобильной дороги.

8. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТМЕТОК ЗЕМЛИ ПО ТРАССЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Для вычерчивания на продольном профиле поверхности земли по оси трассы необходимо найти высотные отметки пикетов и плюсовых точек. Плюсовыми точками называют промежуточные точки между пикетами, где рельеф резко меняется, или места пересечений дорог и рек.

При определении высотных отметок точек необходимо учитывать масштаб карты, высоту между горизонталями (шаг горизонталей), и направление бергштрихов. Отметки пикетов и плюсовых точек определяются следующими методами [5].

8.1. Метод интерполяции. Этот метод применяется, когда точка находится между смежными горизонталями. Прежде всего, определяется кратчайшее расстояние от точки до горизонтали с малой отметкой – «в». Измеряется самое короткое расстояние, между горизонталями, которое проходит через эту точку.

Рассмотрим этот метод на конкретном примере. На рисунке 4 показано расположение точки А.

Самое короткое расстояние между горизонталями «*l*», которое проходит через точку А равно:

$$l = 9 \text{ мм.}$$

Расстояние от горизонтали с меньшим значением до этой точки:

$$v = 5 \text{ мм.}$$

Пользуясь подобием треугольников определяем разность высоты между точкой А и горизонталью с маленьким значением:

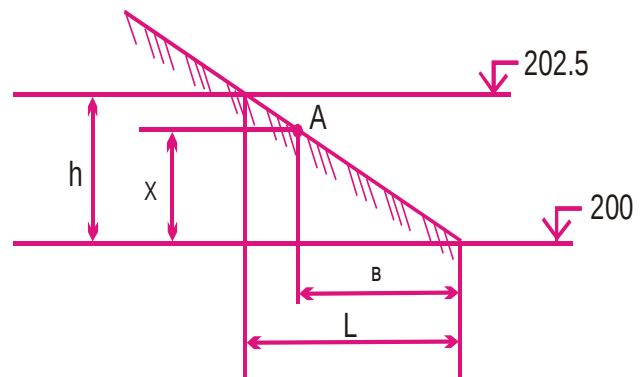


Рис 8.1. Схема определения высотной отметки точки А методом интерполяции.

Известен шаг между горизонталями $h=2,5\text{м}$; из соотношений можно определить высоту x :

$$\frac{x}{h} = \frac{v}{l} ; \text{ следовательно } x = \frac{v \cdot h}{l}$$

В нашем примере:

$$h = 2,5 \text{ м} ; \quad v = 5 \text{ мм} ; \quad l = 9 \text{ мм}$$

$$x = \frac{v \cdot h}{l} = \frac{5 \text{ мм} \cdot 2,5 \text{ м}}{9 \text{ мм}} = 1,38 \text{ м}.$$

Значит, высотная отметка точки А:

$$A = 200,00 \text{ м} + 1,38 \text{ м} = 201,38 \text{ м}.$$

7.2. Метод экстраполяции:

Этот метод применяется, когда точка находится внутри замкнутой горизонтали или когда точка находится за пределами смежных горизонталей (рис. 8.4 и 8.5).

На рис. 8.4 показано расположение точки внутри горизонтали с отметкой 152,5 м. От точки Б до закрытой горизонтали (самое короткое расстояние):

$$v = 4 \text{ мм}.$$

Расстояние между смежными горизонталями:

$$l = 10 \text{ мм}.$$

Пользуясь подобием треугольников можно записать соотношения:

$$\frac{x}{h} = \frac{v}{\ell}; \quad x = \frac{v \cdot h}{\ell} = \frac{4 \text{ мм} \times 2,5 \text{ м}}{10 \text{ мм}} = 1,0 \text{ м}.$$

Значит, высотная отметка точки Б:

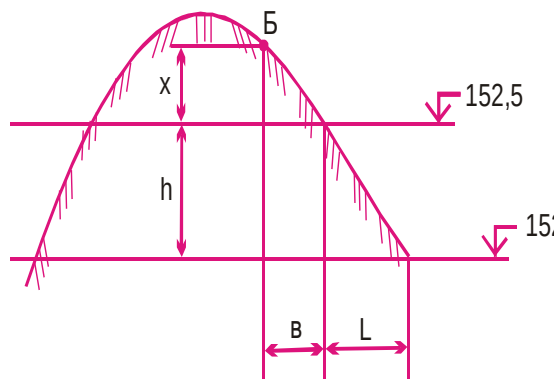
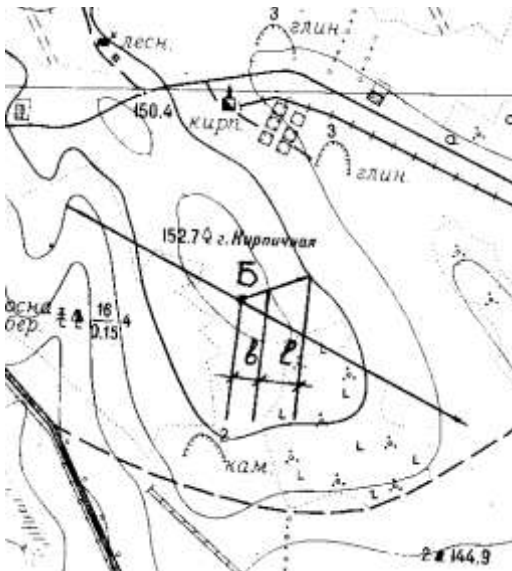


Рис. 8.2 Схема для определения отметки точки Б, находящейся внутри горизонтали методом экстраполяции.

$$B = 152,5 \text{ м} + 1,0 \text{ м} = 153,5 \text{ м}.$$

На рис. 8.3 показано расположение точки С за пределами горизонталей. Для определения отметки этой точки применяется вышеуказанная последовательность.

Значит;

$$\ell = 8 \text{ мм}$$

$$v = 3 \text{ мм}$$

$$x = \frac{v \cdot h}{\ell} = \frac{3 \text{ мм} \times 2,5 \text{ м}}{8 \text{ мм}} = 0,93 \text{ м}$$

$$C = 172,5 \text{ м} + 0,93 \text{ м} = 173,43 \text{ м}$$

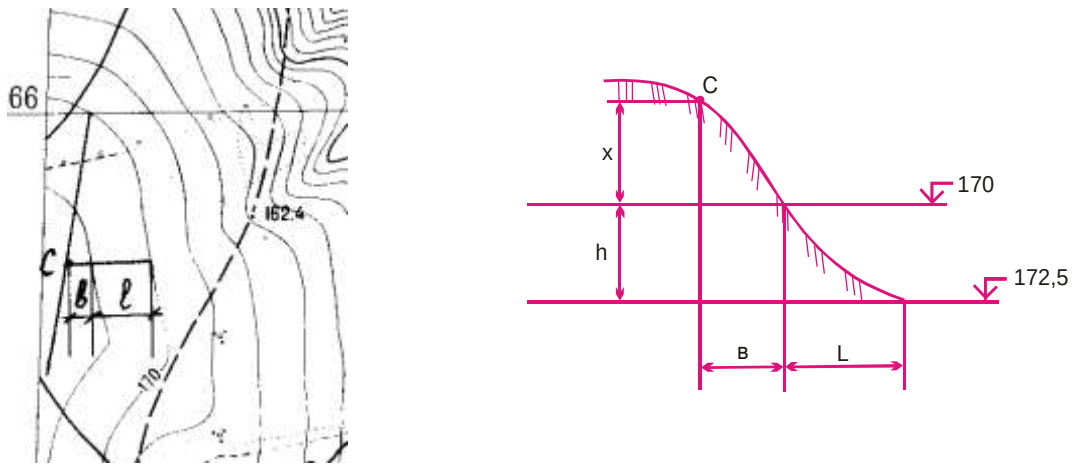


Рис. 8.3 Схема для определения высотной отметки точки методом экстраполяции.

Задание № 8: Определить высотные отметки пикетов и плюсовых точек по выбранному варианту трассы.

9. РАСЧЕТ ВИДИМОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ

Расстояния видимости определяем для двух автомобильных дорог: автомобильной магистрали с расчетной скоростью движения 150 км/ч и примыкающей к ней автомобильной дороги III категории с расчетной скоростью 100 км/ч. В настоящее время в теории проектирования автомобильных дорог приняты три схемы видимости: 1) остановка автомобиля перед препятствием; 2) торможение двух автомобилей, двигающихся навстречу друг другу; 3) обгон легковым автомобилем грузового автомобиля при наличии встречного движения.

Для автомобильной магистрали расстояние видимости определяем исходя из схемы 1 видимости. Схемы 2 и 3 для автомобильных дорог с раздельными проезжими частями не применяются. Расчет выполняем для горизонтального участка дороги:

$$S_1 = \frac{v}{3,6} + \frac{K_3 v^2}{254 \varphi_1} + l_{з.б.}$$

где v — скорость наиболее скоростного легкового автомобиля, км/ч;
 K_3 — коэффициент, учитывающий эффективность действия тормозов, значения которого для легковых автомобилей и грузовых на их базе принимаются

равными 1,3, а для грузовых автомобилей, автопоездов и автобусов — 1,85;

ϕ_1 — коэффициент продольного сцепления при торможении на чистых покрытиях, принимаемый равным 0,50;

$l_{з.б.}$ — зазор безопасности, принимаемый равным 5 м.

После подстановки и вычислений получаем:

$$S_1 = \frac{150}{3,6} + \frac{1,3 * 150^2}{254 * 0,50} + 5 = 277,0 \text{ м} \approx 280 \text{ м.}$$

При расчете видимости на подъездной дороге рассматриваем все три схемы видимости: По схеме 1

$$S_1 = \frac{100}{3,6} + \frac{1,3 * 100^2}{254 * 0,50} + 5 = 135,2 \text{ м} \approx 140 \text{ м.}$$

По схеме 2 расстояние видимости равно сумме тормозных путей автомобилей, двигающихся навстречу друг другу по одной полосе движения, двух расстояний, которые пройдут автомобили за время реакции водителей и зазора безопасности между остановившимися автомобилями. Расчет ведем из предположения, что скорости автомобилей одинаковы, участок дороги горизонтальный и коэффициенты, учитывающие эффективность действия тормозов, одинаковы и равны 1,3:

$$S_2 = 2 \left(\frac{v_{л}}{3,6} + \frac{K_3 v_{л}^2}{254 \phi_1} \right) + 5 = \frac{100}{1,8} + \frac{1,3 * 100^2}{127 * 0,50} + 5 = 265,4 \text{ м} \approx 270 \text{ м.}$$

По схеме 3 расчет ведем исходя из предположения, что легковой автомобиль, двигающийся со скоростью $V_{\text{лег}}=100$ км/ч, обгоняет грузовой автомобиль, двигающийся со скоростью $V_{\text{гр}}=50$ км/ч, с выездом на полосу встречного движения. При этом принимаем участок дороги горизонтальным, скорость движения встречного автомобиля $V_{\text{в}}=55$ км/ч, обгон начинается, когда легковой автомобиль приближается к грузовому на расстояние, равное разности тормозных путей и пути l_1 , которое пройдет легковой автомобиль за время принятия решения об обгоне. В этом случае

расстояние между легковым и грузовым автомобилями в момент начала заезда на полосу встречного движения

$$l_2 = l_1 + \frac{K_3(v_{\text{л}}^2 - v_{\text{г}}^2)}{254\varphi_1} - \frac{v_{\text{л}}}{3,6} + \frac{K_3(v_{\text{л}}^2 - v_{\text{г}}^2)}{254\varphi_1}$$

Подставляя известные данные, получим

$$l_2 = \frac{100}{3,6} + \frac{1,3(100^2 - 50^2)}{254 * 0,50} = 104,6 \text{ м.}$$

Легковой автомобиль нагонит грузовой автомобиль и поравняется с ним, пройдя путь L_1 со скоростью $V_{\text{лег}}$ и затратит на это время $t_1 = L_1 / V_{\text{лег}}$. За это же время грузовой автомобиль пройдет путь $L_1 - (l_2 - l_a)$ со скоростью $V_{\text{гр}}$, где l_a — длина грузового автомобиля (принимая 3 м). Приравняв значения времени и решая уравнение относительно L_1 , получим:

$$\frac{L_1}{v_{\text{л}}} = \frac{L_1 - (l_2 + l_a)}{v_{\text{г}}}; \quad L_1 = \frac{v_{\text{л}}}{v_{\text{л}} - v_{\text{г}}} (l_2 + l_a)$$

После подстановки и вычислений

$$L_1 = \frac{100}{100 - 50} (104,6 + 3) = 215,2 \text{ м.}$$

Затем легковой автомобиль должен возвратиться на свою полосу движения, но на таком расстоянии перед грузовым автомобилем, чтобы он мог затормозить до полной остановки и при этом осталось некоторое расстояние безопасности (5 м). При таком предположении это расстояние

$$l_3 = \frac{K_3 v_{\text{г}}^2}{254 \varphi_1} + l_{3,6} = \frac{1,5 * 50^2}{254 * 0,50} + = 30,6 \text{ м.}$$

По аналогии с ранее выполненным приравниванием времени, необходимого легковому автомобилю для возвращения на свою полосу

движения, и времени за которое пройдет грузовой автомобиль путь по своей полосе получим:

$$\frac{L_2}{v_{\text{л}}} = \frac{L_2 - (l_3 + l_a)}{v_{\text{г}}}; L_2 = \frac{v_A}{v_{\text{л}} - v_{\text{г}}} (l_3 + l_a).$$

После подстановки и вычислений

$$L_2 = \frac{100}{100 - 50} (30,6 + 3) = 67 \text{ м.}$$

Легковой автомобиль должен завершить обгон и возвратиться на свою полосу движения до момента встречным автомобилем, который движется со скоростью $V_{\text{в}}=55$ км/ч и за период обгона проходит путь

$$L_3 = \frac{(L_1 + L_2)v_{\text{в}}}{v_{\text{л}}} = \frac{(215,2 + 67)55}{100} = 155,2 \text{ м.}$$

Следовательно, расстояние видимости из условия обгона

$$S_3 = L_1 + L_2 + L_3 = 215,2 + 67 + 155,2 = 437,4 \text{ м} \approx 440 \text{ м.}$$

В случае движения встречного легкового автомобиля со скоростью 100 км/ч расстояние видимости возрастает до

$$S_3 = 215,2 + 67 + 282,2 = 564,4 \text{ м} \approx 570 \text{ м}$$

Следует отметить, что расстояния видимости, вычисленные из условия обгона, в значительной степени зависят от разности в скоростях обгоняемого и обгоняющего автомобиля. С уменьшением разности в скоростях расстояния видимости сильно возрастают.

На участке подъезда, расположенном в пределах населенного пункта сельского типа, км/ч, определим минимально необходимое расстояние боковой видимости для расчетной скорости автомобиля $V_a=60$ км/ч, скорости бегущего пешехода пересекающего дорогу $V_{\text{п}}=10$ км/ч, и расчетного расстояния видимости, определенного из условия остановки перед препятствием $S_1= 140$ м.

$$S_{\text{бок}} \frac{v_{\text{п}}}{v_a} S_1 = \frac{10}{60} 140 = 23,3 \text{ м} \approx 24 \text{ м.}$$

10. РАСЧЕТ ОТВЕРСТИЙ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ

Малые водопропускные сооружения устраивают на малых реках, у которых площадь водосборного бассейна до 100 км² [3, 4, 5]. К малым водопропускным сооружениям можно отнести водопропускные трубы и мосты длиной до 25 м. Генеральные размеры водопропускных сооружений зависят от величины максимального расчетного расхода.

Пример расчета. Для этого понадобится карта местности с масштабом 1:25000 или 1:10000 (рис. 10.1).

10.1. Исходные данные:

1. Ливневый район для Ташкентского вилоята – 6;
2. Вероятность превышения уровня осадков для III технической категории – ВП = 2‰.
3. Длина лога – расстояние между малым искусственным сооружением и самой высокой точкой водосборного бассейна.

$$L_{\text{лога}} = 1.2 \text{ км.}$$

4. Уклон лога:
$$i_{\text{лог}} = \frac{H_{\text{вгл}} - H_{\text{нгл}}}{L_{\text{лога}}}$$

где $H_{\text{вгл}}$ - отметка самой высокой точки лога;

Уклон лога – $I_{\text{л}} = 0,027$.

5. Уклон перед сооружением:

$$i_{\text{соор}} = \frac{H_{\text{в}} - H_{\text{н}}}{100}$$

где; $H_{\text{в}}$ и $H_{\text{н}}$ - отметки точек на высоте 50 м от сооружения и ниже 50 м от сооружения; $i_{\text{соор}} = 0,020$

6. Уклон откоса земляного полотна – 1:1,5.

7. Ширина земляного полотна -12,0 м. $H_{\text{нгл}}$ - отметка самой нижней точки лога.

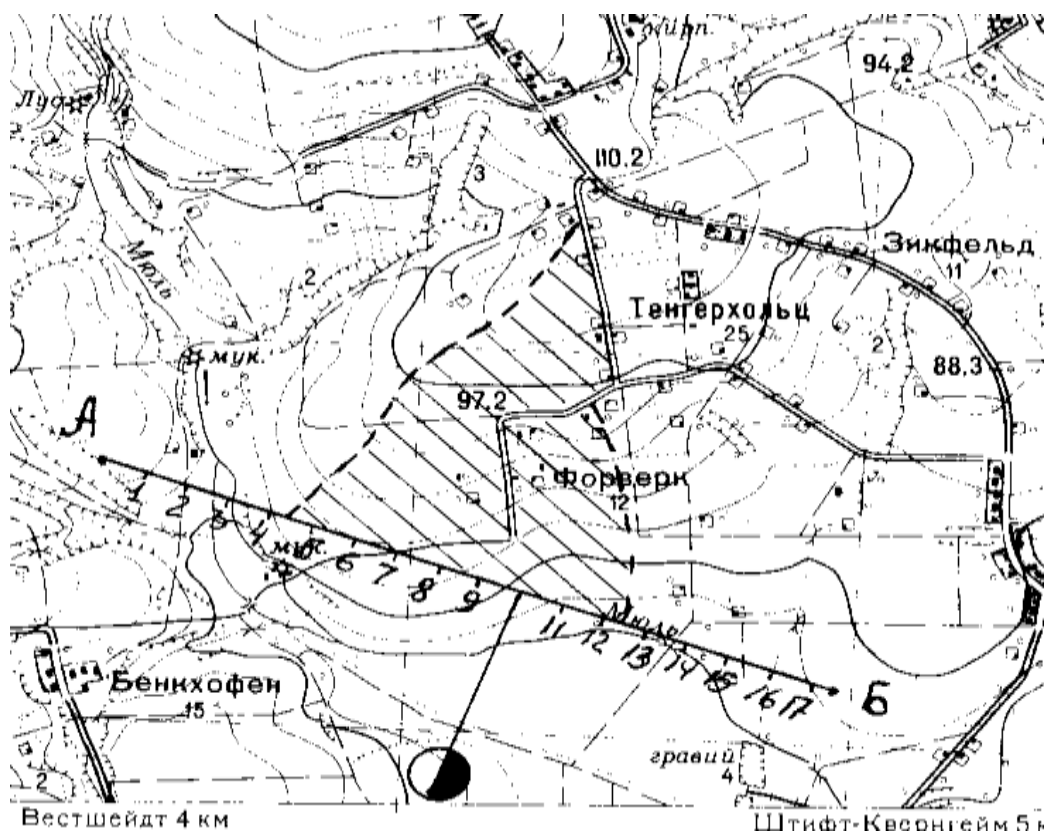


Рис. 10.1. Определение на топокарте площади водосборного бассейна.

10.2 По исходным данным определяют следующие параметры:

1. Часовая интенсивность дождя, $a_{\text{час}} = 0,89 \text{ мм / мин.}$
4. Коэффициент перехода от интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности дождя расчетной продолжительности, $K_t = 1,7$ (по таблице прил. 1)
5. Коэффициент потерь стока, $\alpha = 0,6$ (по таблице прил. 2)
6. Коэффициент редукции (по таблице прил. 3), $\varphi = 0,53$.

Определяем максимальный расход от ливневых вод:

$$Q_{\text{мах}}^{\text{лив}} = 16,7 a_{\text{час}} \cdot K_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi = 16,7 \cdot 0,89 \cdot 1,71 \cdot 0,76 \cdot 0,6 \cdot 0,53 = 6,14 \cdot \text{м}^3/\text{с}$$

10.3. По формуле определяем объем стока ливневых вод:

$$W_{\text{лив}} = 60000 \frac{\alpha_{\text{час}} \cdot F \cdot \alpha \cdot \varphi}{\sqrt{K_t}} = 60000 \cdot \frac{0,89 \cdot 0,76 \cdot 0,6 \cdot 0,53}{\sqrt{1,7}} = 7547,2 \text{ м}^3$$

10.4. Максимальный расход от талых вод определяется по формуле:

$$Q_{\text{тал}}^{\text{мах}} = \frac{MF \cdot \delta_1 \cdot \delta_2}{\sqrt{F+1}} = \frac{0,05 \cdot 0,76 \cdot 0,9 \cdot 1,0}{(0,76+1)^{\frac{1}{4}}} = 0,029 \text{ м}^3/\text{с}$$

где; М – максимальный модуль стока; δ_1, δ_2 – коэффициенты, учитывающие залесенность бассейна, наличие озер и болот; $\delta_1=1$; $\delta_2=1$;

Сравниваем значение максимального талового расхода и максимального ливневого расхода:

$$Q_{\text{мах}}^{\text{лив}} > Q_{\text{мах}}^{\text{тал}}$$
$$6,14 \text{ м}^3/\text{с} > 0,029 \text{ м}^3/\text{с}$$

Сравнивая значения расходов, за расчетный принимаем:

$$Q_p = 6,14 \text{ м}^3/\text{с}$$

10.5. По таблице прил. 6 подбираем отверстие (диаметр) трубы:

Для расхода $Q_{\text{мах}}^{\text{лив}} = 6,14 \text{ м}^3/\text{с}$ подходит круглая труба диаметром $d = 2,0 \text{ м}$.

Глубина воды перед трубой $H = 2,38 \text{ м}$; скорость воды на выходе $V = 4,3 \text{ м/с}$.

Безнапорный режим, так как $H < 1,2 h_{\text{тр}}$, т.е.:

$$2,38 \text{ м} < 1,2 \times 2,0 \text{ м} = 2,4 \text{ м}.$$

10.6. Минимальное возвышение бровки земляного полотна:

$$H_{\text{мин}} = h_{\text{тр}} + \Delta + h_{\text{д.о.}} = 2,0 \text{ м} + 0,2 \text{ м} + 0,6 \text{ м} = 2,8 \text{ м}.$$

Где: $h_{\text{тр}}$ – диаметр трубы, $h_{\text{тр}} = d = 2,0 \text{ м}$; $h_{\text{д.о.}}$ – толщина дорожной одежды; $h_{\text{д.о.}} = 0,5 - 0,6 \text{ м}$; Δ – толщина стенки трубы; $\Delta = 0,20 : 0,16 \text{ м}$ [5].

10.7. Определяем длину трубы по формуле:

$$l = \left[\frac{0.5 * B + m(H - d)}{1 + 1.5 * i_{coop}} + \frac{0.5 * B + m(H - d)}{1 - 1.5 * i_{coop}} + n \right] * \frac{1}{\sin \alpha};$$

Где: В- ширина земляного полотна, В=15м; m – уклон откоса земляного полотна, m =1.5; d –диаметр трубы, d = 1,5м; i_{coop} – уклон сооружения, i_{coop} = 0,02; n – толщина стенки оголовка, n =0.35; α – угол между осью трассы и трубы; α = 75°; sin75° = 0.96.

$$l = \left[\frac{0.5 * 12,0 + 1,5(2,8 - 2,0)}{1 + 1.5 * 0,02} + \frac{0.5 * 12,0 + 1,5(2,8 - 2,0)}{1 - 1.5 * 0,02} + 0,35 \right] * \frac{1}{0,96} = 15,37 \text{ м}$$

Полная длина трубы с оголовком:

$$L = l + 2 M$$

M – длина оголовка [5, таблица 11] , M = 3,2;

$$L = 15,37 \text{ м} + 2 * 3,2 = 21,77 \text{ м.}$$

Задание №10. По заданию определить диаметр и длину трубы.

11. РАСЧЕТ ОТВЕРСТИЙ И ВЫСОТЫ МАЛЫХ ИСККУСТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

11.1. Определение бытовых условий протекания воды в русле

Бытовые условия при данном расходе $Q_{расч}$ производятся графоаналитическим путем. Кривая расходов $Q=f(h)$ строится для поперечного сечения потока в створе малого моста. Её координаты получаются путем расчета расходов для нескольких глубин потока. Порядок расчета следующий:

1. Задаются произвольно тремя значениями глубин в русле перед сооружением h_1 , h_2 , h_3 (задается глубина воды в русле от 0,2 до 2,5 м).
2. Для каждой глубины определяются расход Q_i по формуле:

$$Q_i = \frac{R_i^{2/3} \times \omega_i \times i_{coop}}{n}, \quad (1)$$

где ω_i - площадь живого сечения потока при глубине h_i , m^2 ;

$$\omega_i = \frac{m_1 + m_2}{2} \times h_i^2 \quad (2)$$

где m_1 , m_2 – заложение откосов склона (по заданию);

χ_i – смоченный периметр, м;

$$\chi_i = h_i \times \left(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right), \quad (3)$$

R_i - гидравлический радиус, м;

$$R_i = \frac{\omega_i}{\chi_i}, \quad (4)$$

n - коэффициент шероховатости русла (принимается по табл.11.1);

i_{coop} – уклон реки у сооружения (уклон лога – по заданию);

Таблица 11.1

№ п/п	Тип водотока и поверхности русла	Коэффициент шероховатости, n
1	Русла чистые прямые	0,03
2	Русла прямые при наличии камней и растительности	0,035
3	Русла чистые, извилистые	0,04
4	Русла чистые, извилистые при наличии камней и растительности	0,045
5	Русла при наличии участков с медленным течением, зарослей и глубоких омутов	0,07
6	Русла с весьма заросшими участками, глубокими омутами или при наличии кустарника и завалов деревьями	0,10

Результаты расчета сводятся в таблицу 11.2.

Таблица 11.2

h_i , м	ω , m^2/c	χ , м	R , м	Q m^3/c
h_1				
h_2				
h_3				

4. По полученным значениям h_i и Q_i строится график в координатах h и Q .

Бытовая глубина h_B определяется для расчетного расхода $Q_{расч}$ (см. задание) по построенной кривой (рис. 11.1).

Расчет отверстия моста производится в следующей последовательности:

1. Назначается тип укрепления подмостового русла и соответствующая ему допускаемая скорость течения воды V_d м/с (табл. 7, прил.).

2. Определяется критическая глубина потока

$$h_k = \frac{v_d^2}{g} \quad (5)$$

где g – ускорение силы тяжести, равное $9,8$ м/с²;

3. Установим режим протекания потока под мостом:
при

$$1,3 \times h_k \geq h_B \quad - \quad \text{свободное протекание;} \quad (6)$$

$$\text{при} \quad 1,3 \times h_k < h_B \quad - \quad \text{несвободное протекание.} \quad (7)$$

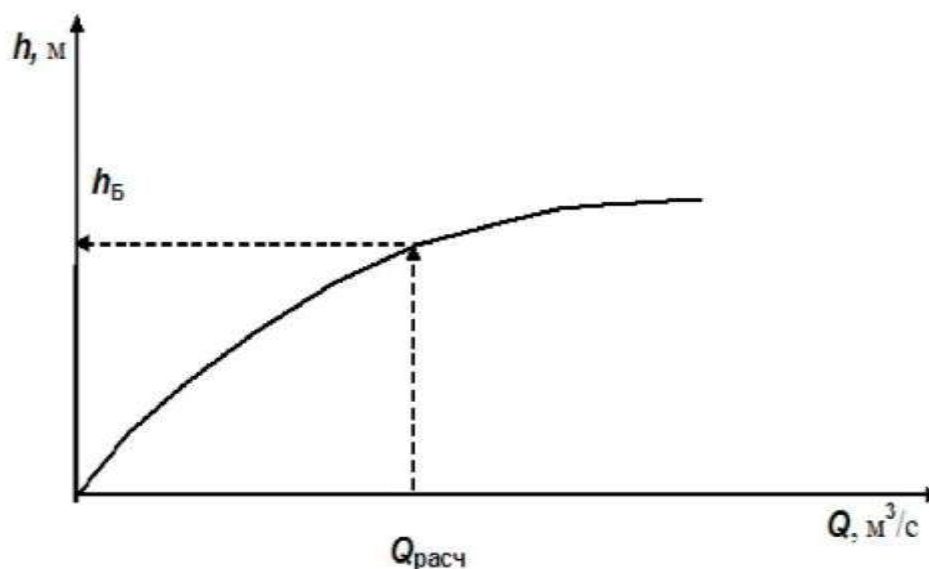


Рис 11.1. Кривая расходов

2.2. Расчет отверстия малого моста

4. Рассчитывается величина подпора H и отверстия моста B . Подпор H и отверстие моста B определяются в зависимости от режима протекания по

следующим формулам:

- при свободном протекании

$$H = 1,45 \times h_k, \text{ м} \quad (8)$$

$$B = \frac{Q_{pac}}{1,35 \times H^{3/2}}, \text{ м} \quad (9)$$

- при несвободном протекании

$$H = h_B + \frac{h_k}{2\varphi^2}, \text{ м} \quad (10)$$

где φ коэффициент скорости ($\varphi = 0,85$).

$$B = h_B + \frac{h_k}{2\varphi^2} \quad (11)$$

2.3. Определение минимальной высоты моста

Примем размер балок пролетного строения, исходя из условия, чтобы отверстие моста в свету было больше требуемого отверстия (табл. 3).

Минимальная высота моста определяется по формуле:

$$h_M = 0,88 \times H + \Delta + h_{кон}, \text{ м} \quad (12)$$

где Δ - возвышение низа пролетного строения над уровнем воды ($\Delta = 0,5$ м); $h_{кон}$ - конструктивная высота.

Конструктивная высота принимается в зависимости от типа балки (табл.11.3); H – подпор, м.

Таблица 11.3

Пролет балки в свету, м	11,4	14,4	17,4	20,4	23,4	32,0	35,0
Длина балки пролетного строения, м	12	15	18	21	24	33	36
Конструктивная высота $h_{кон}$, м	1,12	1,12	1,42	1,42	1,42	1,74	1,74

Задание 11. По заданию определить отверстие и высоту моста.

12. НАНЕСЕНИЕ СЕТКИ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ. НАЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ И РУКОВОДЯЩИХ ОТМЕТОК. НАНЕСЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ.

12.1. Для нанесения на продольном профиле поверхности земли определяют высотные отметки каждого пикета и плюсовых точек. При проектировании автомобильных дорог по натурным данным пользуются отметками нивелировочного журнала. Продольный профиль поверхности земли является исходным данным для проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Продольный профиль поверхности земли по оси трассы вычерчивается на миллиметровой бумаге. Его масштаб:

Горизонтальный	1:5000
Вертикальный	1:500
Геологический	1:50

Длина миллиметровой бумаги соответствует длине по масштабу выбранного варианта трассы. При этом нужно оставлять место для углового штампа продольного профиля 75 мм и углового штампа чертежа 185 мм.

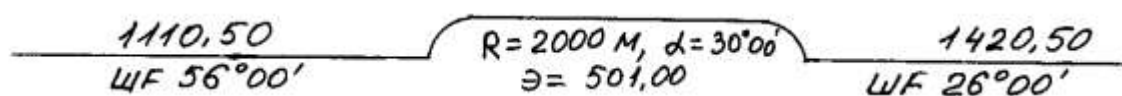
20	Развернутый план трассы			1
5	Тип местности по увлажнению			2
5	Проектные данные	Тип поперечного профиля		3
5		Левый кювет	Упрепление	4
10			Уклон, ‰	5
10			Длина, м	
15			Отметка дна, м	6
5		Правый кювет	Упрепление	7
10			Уклон, ‰	8
10			Длина, м	
15			Отметка дна, м	9
10	Уклоны и вертикальные кривые			10
15	Отметка проезжей части, м			11
15	Натурные данные	Отметка земли, м		12
10		Расстояние, м		13
5	Пикеты			14
10	Прямые и кривые в плане			
20	Указатель километров			
10 25 40				

Рис. 12.1. Штамп сетки для оформления продольного профиля по оси трассы.

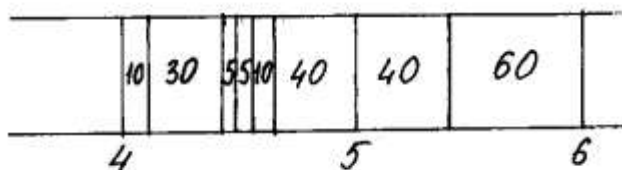
12.2. Прежде всего, на 1 графе фиксируются все данные о местности, по которой прошла трасса, т.е., арыки, каналы, пересекающиеся дороги, и т.п.

14-графа заполняется с помощью «ведомости прямых и кривых» в масштабе 1:5000. Над прямой линией пишется длина прямой, под прямой румб линии. Около кривой линии заносятся элементы кривой.

Например:

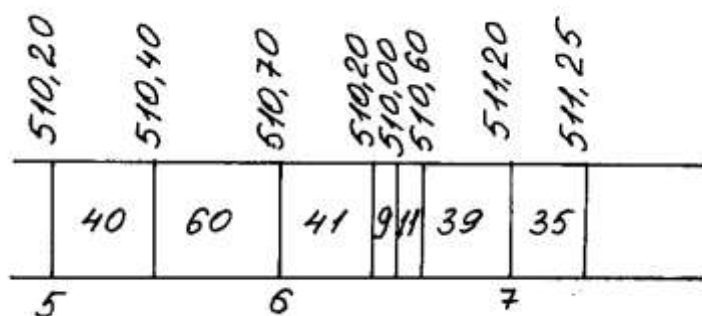


На этой же графе заносится указатель километров:



На каждом 100 метре указываются номера пикетов, а также расстояния между плюсовыми точками:

Например:



После заполнения 1, 12, 13, 14 граф, над штампом оставляют 8-13 см, и заносят линию условного горизонта. С учетом масштаба 1:500 по вертикали, разбивается шкала для вычерчивания профиля грунта.

Например: $H_{\min} = 507,1 \text{ м}$, для этого над штампом оставляется 13 см и на каждом 5 метре, начиная от 500,00 разбивается шкала.

По шкале находят высоту и расположение каждой точки и соединив все точки вычерчивается линия поверхности земли. Внизу линии поверхности параллельно ведется линия.

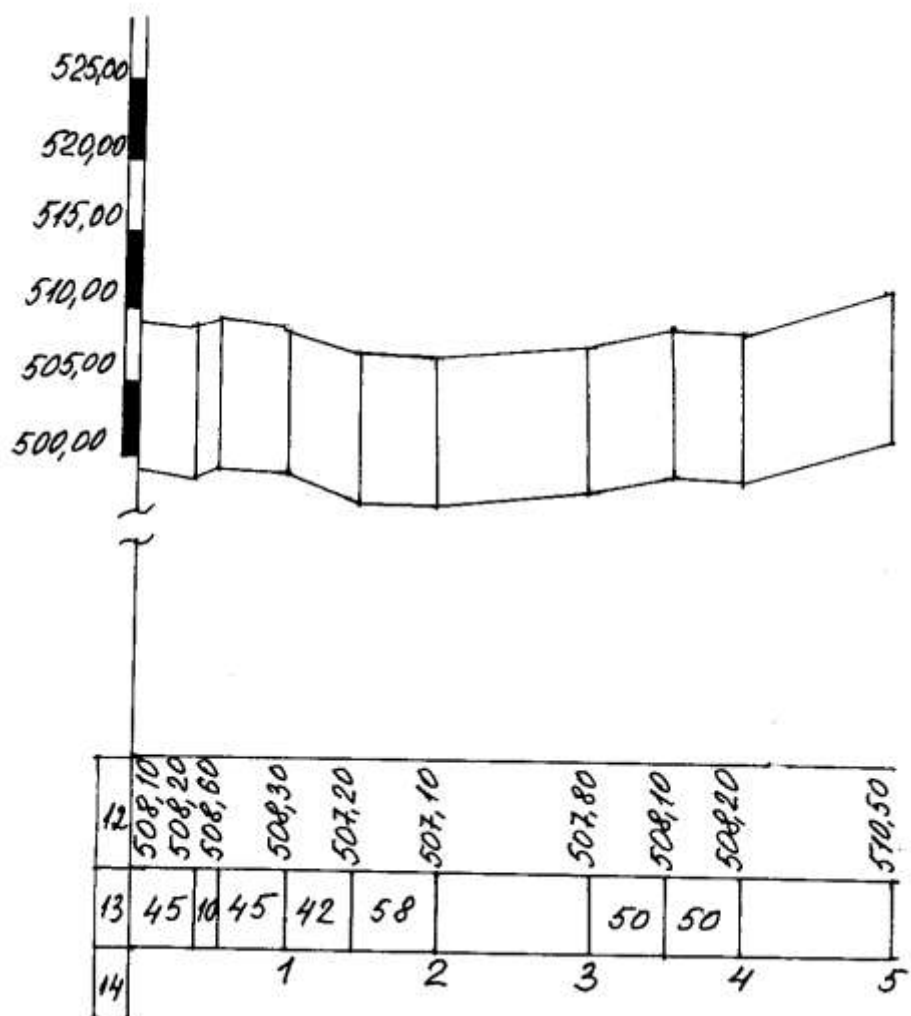


Рис.12.3. Примеры оформления в штампе продольного профиля граф 12, 13, 14.

Рекомендуемая рабочая отметка насыпи, которой следует придерживаться при нанесении проектной линии зависит от типа местности по характеру увлажнения, дорожно-климатической зоны, вида грунта земляного полотна.

К контрольным точкам проектной линии относятся: начальная и конечная точки трассы; минимальные отметки проезжей части больших мостов и путепроводов; минимальные отметки бровок земляного полотна у малых мостов и труб; отметки оси проезжей части на пересечениях в одном уровне.

Существуют два метода нанесения проектной линии: **обертывающий**, применяется, когда линия поверхности земли имеет однообразный уклон; когда

уклон поверхности земли больше допустимого, проектная линия наносится по **секущей** (рис. 12.4).

Задание №12. На миллиметровой бумаге построить продольный профиль автомобильной дороги выбранного варианта.

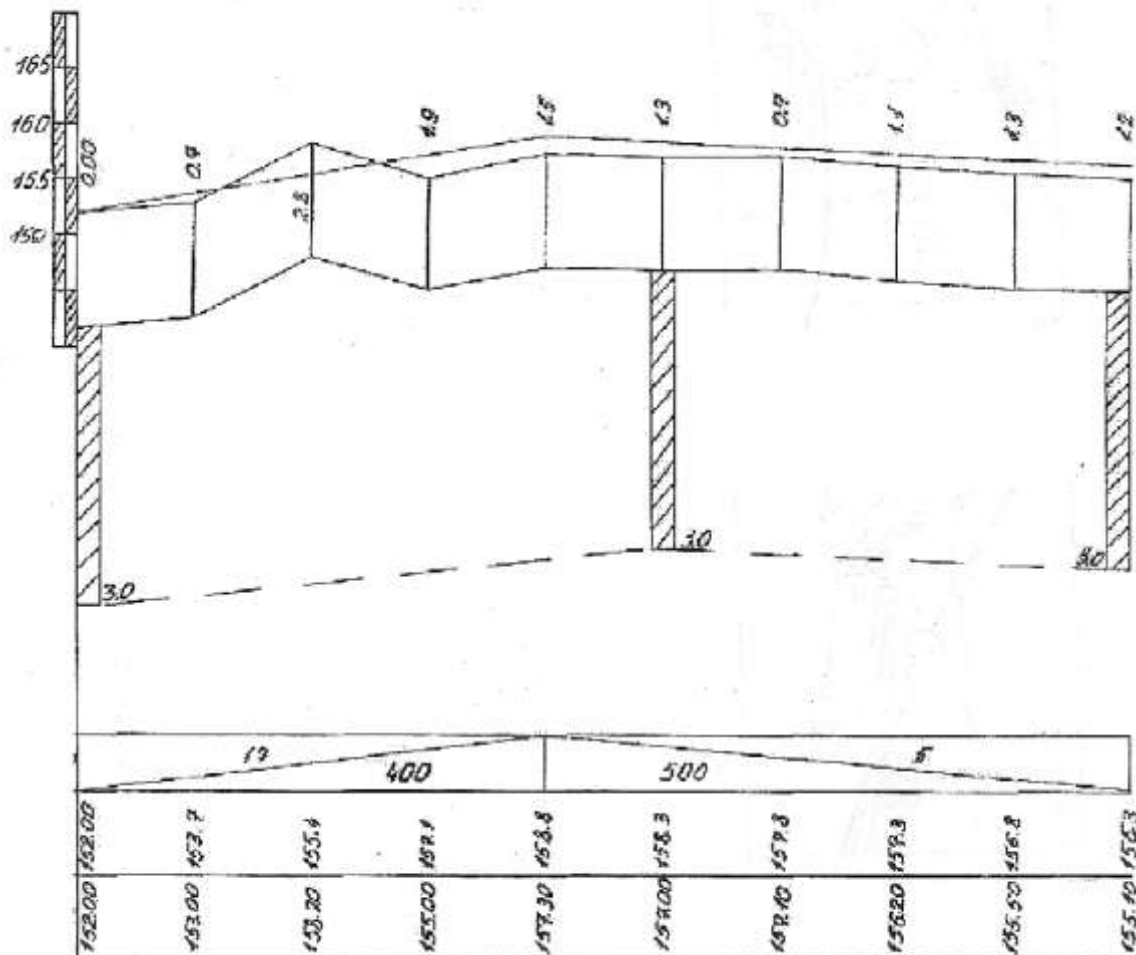


Рис. 12.4. Нанесение на продольном профиле проектной линии.

13.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КРИВЫХ НА ПРОДОЛЬНОМ ПРОФИЛЕ

В местах перелома проектной линии проектируют вертикальные кривые. Их проектируют, при алгебраической разности уклонов смежных прямых более 5 % для дорог I-II категорий, 10 % для дорог III категории, вертикальных кривых: метод Антонова и метод Тангенсов [5].

13.1. Метод Антонова

1. Определяем пикетное положение точки перелома М (по таблице прил. 8), для линий, с уклонами $i_1 = 5 \text{ ‰}$ и $i_2 = 3 \text{ ‰}$: ПК 32+00 (рис. 13.1).

2. 20 ‰ для дорог IV-V категорий. Существуют два метода разбивки. Назначается радиус (для II категории) вертикальной кривой $R_{\text{вып}} = 70000 \text{ м}$ [1].

3. Определяем расстояния от точки О до начала и конца кривой, и превышения точки О от начала и конца кривой.

$$i_1 = 5 \text{ ‰}; \quad l_1 = i_1 * R_{\text{вып}} = 0,005 * 70000 = 350 \text{ м}; \quad h_1 = \frac{l_1^2}{2R} = \frac{350^2}{14000} = 0,875 \text{ м};$$

$$i_2 = 3 \text{ ‰}; \quad l_2 = i_2 * R_{\text{вып}} = 0,003 * 70000 = 210 \text{ м}; \quad h_2 = \frac{l_2^2}{2R} = \frac{210^2}{14000} = 0,315 \text{ м};$$

5. По схемам расчета вертикальных кривых [5] определяем пикетажное положение точки О по формуле:

$$O = M - \frac{l_2 + l_1}{2} + l = (3200 - \frac{210 + 350}{2}) + 350 = 3270 \text{ м.}$$

5. Пикетное положение начала и конца кривой:

$$\text{НК} = O - l_1 = 3270 - 350 = 2920 \text{ м.}$$

$$\text{КК} = O + l_2 = 3270 + 210 = 3480 \text{ м.}$$

6. Длина вертикальной кривой:

$$K = l_1 + l_2 = 350 + 210 = 560 \text{ м.}$$

7. Определяем отметки начала и конца кривой методом интерполяции:

$$\nabla \text{НК} = 54.52 + 20 * 0.005 = 54.62 \text{ м}$$

$$\nabla \text{КК} = 54.42 + 80 * 0.003 = 55.18 \text{ м}$$

8. Отметка точки О:

$$\nabla O = \nabla \text{НК} + h_1 = 54.62 + 0.875 = 55.495;$$

или:

$$\nabla O = \nabla \text{КК} + h_2 = 55.18 + 0.315 = 55.495.$$

Проектные отметки промежуточных точек внутри кривой изменяются. Их разность определяется по формуле:

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

Где: R – радиус кривой; x – расстояние от НК и КК до промежуточного пикета или плюсовой точки. Для ПК 31+00:

$$y = \frac{180^2}{2 * 70000} = 2.03$$

Исправленная рабочая отметка:

$$1.8 + 0.23 = 2.03.$$

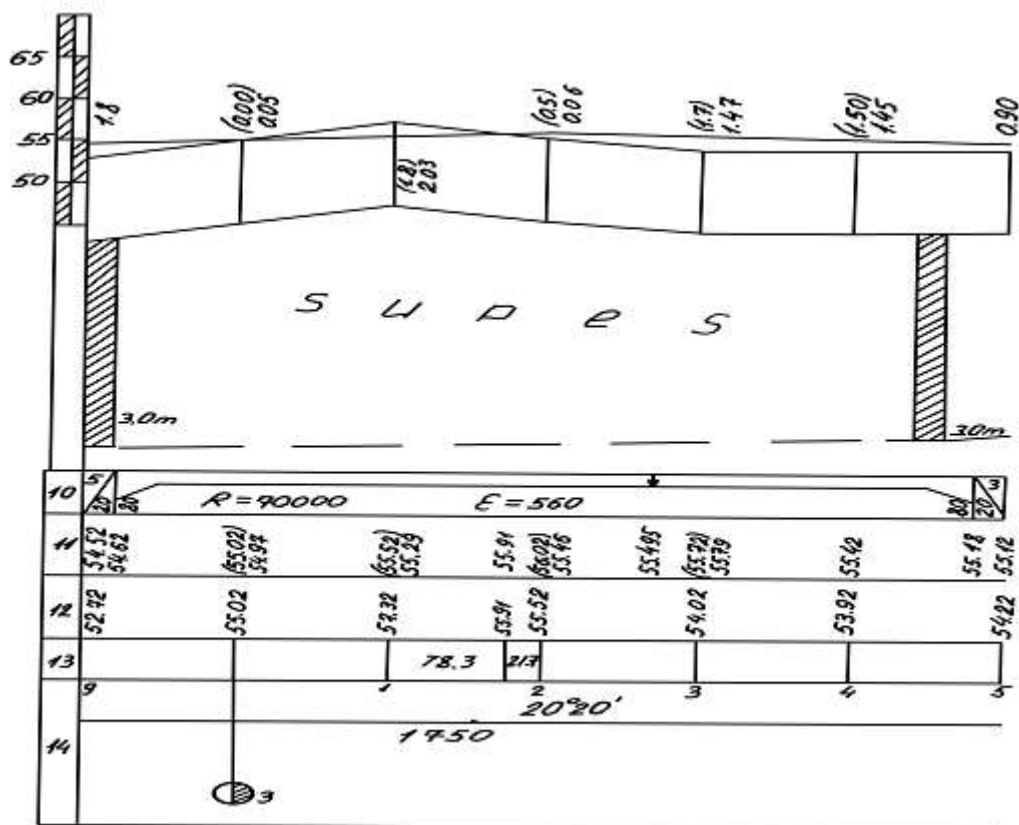


Рис. 13.1. Фрагмент продольного профиля с запроектированной кривой по методу Антонова.

13.2. Метод Тангенсов

1. В нашем примере точка перелома проектной линии М с уклонами $-i_1=0.016\%$ и $+i_2=0.010\%$ находится на ПК2+50 (рис. 13.2).
2. По ШНК 2.05.02-07 назначаем значение радиуса вогнутой кривой: $R_{\text{вог}}=8000$ м.

3. Алгебраическая разность уклонов:

$$\Delta i = i_1 - i_2 = -0.016\text{ ‰} - 0.010\text{ ‰} = -0.026\text{ ‰}.$$

4. Для разности $\Delta i = i_1 - i_2 = -0.026\text{ ‰}$ по таблице Митина определяем значения элементов вертикальной кривой (для $R=1\text{ м}$) [6].

$$T = 0.012998\text{ м}; K = 0.025996\text{ м}; Б = 0.000085\text{ м}.$$

5. Эти значения умножаем на радиус $R_{\text{вог}} = 8000\text{ м}$:

$$T = 0.012998 \cdot 8000 = 103.984\text{ м};$$

$$K = 0.025996 \cdot 8000 = 201.968\text{ м};$$

$$Б = 0.000085 \cdot 8000 = 0.68\text{ м}.$$

6. Пикетажное положение НК и КК:

$$\text{НК} = M - T = 250 - 103.984 = 146.016\text{ м};$$

$$\text{КК} = M + T = 250 + 103.984 = 353.984\text{ м}.$$

7. Определяем отметки начала и конца кривой методом интерполяции:

$$\Delta \text{НК} = 57.4 - 46.016 \cdot 0.016 = 56.66\text{ м};$$

$$\Delta \text{КК} = 55.5 + 53.984 \cdot 0.010 = 56.04\text{ м};$$

8. Исправленная отметка точки М по вписанной кривой линии:

$$\Delta M = \Delta \text{ПК}2+50 + Б.$$

$$\Delta M = 55.00 + 0.68 = 55.68\text{ м}.$$

Исправленные отметки промежуточных точек определяются также, как изложено выше.

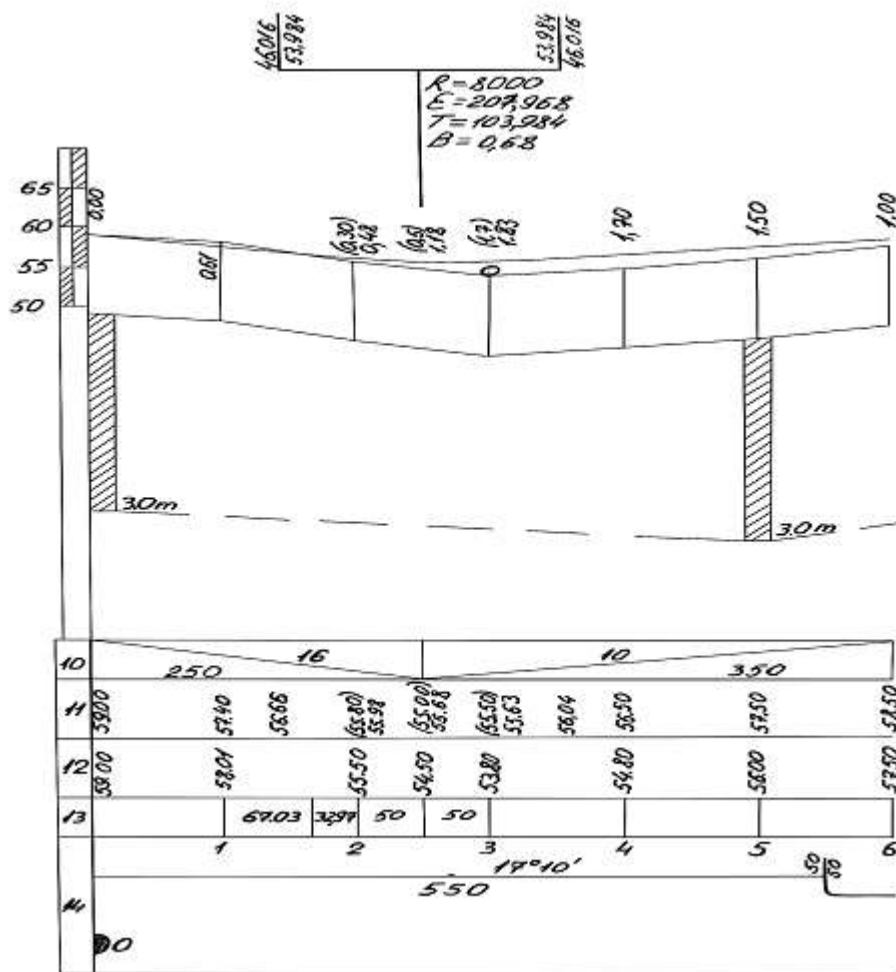


Рис.13.2. Фрагмент продольного профиля с запроектированной кривой по методу Тангенсов.

Задание №13. Произвести расчет разбивки вертикальной кривой в местах перелома проектной линии.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица № 1.

L _{км} /I	10	0,0001	0,001	0,010	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7
1	0,15	4,25							
2	0,30	2,57	3,86						5,24
3	0,50	1,84	2,76	3,93					
4	0,75	1,41	2,08	2,97	4,50	5,05			
5	1,0	1,16	1,71	2,53	3,54	4,18	4,50	4,90	5,18
6	1,50	0,86	1,30	1,93	2,82	3,15	3,40	3,70	3,90
7	2,0	0,73	1,09	2,59	2,85	2,64	2,85	3,09	2,27
8	2,5	0,63	0,92	1,37	2,02	2,26	2,44	2,65	2,80
9	3,0	0,68	0,82	1,21	1,79	2,00	2,16	2,34	2,49
10	3,5	0,50	0,74	1,10	1,62	1,81	1,95	2,12	2,31
11	4,0	0,45	0,68	1,00	1,48	1,65	1,78	1,94	2,11
12	4,5	0,42	0,62	0,93	1,37	1,56	1,65	1,78	1,95
13	5,0	0,40	0,56	0,86	1,27	1,42	1,54	1,67	1,82
14	6,0	0,35	0,52	0,76	1,13	1,26	1,36	1,48	1,68
15	7,0	0,32	0,47	0,69	1,02	1,14	1,23	1,33	1,45
16	8,0	0,29	0,43	0,63	0,93	1,04	1,12	1,22	1,33
17	9,0	0,27	0,39	0,58	0,86	0,96	1,04	1,13	1,23
18	10,0	0,25	0,37	0,54	0,80	0,90	0,97	1,05	1,14
19	11,0	0,23	0,34	0,51	0,75	0,84	0,91	0,98	1,07
20	12,0	0,22	0,32	0,48	0,71	0,79	0,86	0,93	0,99
21	13,0	0,21	0,31	0,46	0,67	0,75	0,81	0,88	0,96
22	14,0	0,20	0,29	0,43	0,64	0,72	0,79	0,84	0,91
23	15,0	0,19	0,28	0,41	0,61	0,68	0,74	0,80	0,87
24	20,0	0,16	0,23	0,34	0,50	0,56	0,61	0,66	0,72

Значения коэффициента α

Таблица № 2.

№	Вид и характер поверхности	Коэффициент α при F		
		0,1	0,1 ÷ 10	10 ÷ 100
1	Асфальт, скала без трещин, бетон	1	1	1
2	Жирно-глинистые почвы, таковы и таковы почвы	0,80-0,95	0,65-0,95	0,55-0,90
3	Суглинки, подзолы, подзолистые и серно-лесные суглинки, сероземы тяжелосуглинистые, тундровые и болотные почвы	0,70-0,90	0,55-0,80	0,50-0,75
4	Чернозем обычный и южный, светло-каштановые почвы, лёсс, карбонатные почвы, темно-каштановые почвы	0,55-0,75	0,45-0,70	0,35-0,65
5	Супеси, бурые и серо-бурые пустынно-степные, сероземы супесчаные и песчаные	0,30-0,60	0,20-0,55	0,20-0,45
6	Песчаные, гравелистые, рыхлые каменистые почвы	0,25	0,15-0,20	0,10

Значения коэффициента редукции φ

Таблица № 3.

№	F км ²	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10
1	α	1	0,84	0,75	0,71	0,67	0,64	0,61	0,59	0,58	0,56
2	F км ²	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
3	α	0,51	0,47	0,45	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30
4	F км ²	14	16	20	25	30	40	50	6	80	100
5	α	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18

Таблица № 4.

№	Тип оголовка	Диаметр отверстия, м	Расход м ³ /с	Глубина воды перед трубой, м	Скорость на выходе из трубы м/с
Безнапорный режим					
1	Портальный	0,75	0,25	0,41	1,40
			0,40	0,62	1,70
			0,60	0,79	2,00
			0,74	0,90	2,20
2	Раструбный с нормальным входным звеном	1,00	1,00	0,94	2,40
			1,70	1,27	2,70
			1,40	1,15	2,70
3	Раструбный с коническим входным звеном	1,00	0,60	0,57	1,40
			1,00	0,84	2,40
			1,40	1,03	2,70
			1,70	1,08	2,70
			2,00	1,31	3,30
			2,20	1,39	3,40
		1,25	1,00	0,77	2,20
			1,50	0,95	2,50
			2,00	1,13	2,70
			2,50	1,29	3,00
			3,90	1,74	3,80
			2,70	1,37	3,20
		1,50	3,00	1,46	3,30
			3,50	1,61	3,50
			2,50	1,19	2,90
			2,80	1,27	3,00
			3,00	1,32	3,00
			3,50	1,45	3,20
		2,00	3,90	1,54	3,30
			4,30	1,63	3,50
			4,70	1,75	3,70
			5,00	1,81	3,70
			6,00	2,08	4,10
			3,50	1,26	2,90
			4,00	1,36	3,00
			5,00	1,55	3,30
			4,50	1,47	3,20
			5,50	1,65	3,40
			6,00	1,73	3,50
			6,50	1,81	3,60
			7,00	1,90	3,70
			7,50	1,98	3,80
			8,00	2,06	3,90
			8,50	2,14	4,00
			9,00	2,22	4,10
			9,70	2,32	4,20
			10,00	2,38	4,30

			10,50	2,48	4,30
			11,00	2,54	4,50
			12,50	2,78	4,80
Полунапорный режим					
4	Раструбный с нормальным входным звеном	1,00	1,70	1,27	3,60
			2,30	1,89	4,90
			2,50	2,12	5,30
			2,80	2,54	6,00
		1,25	3,00	1,59	4,10
			3,50	1,00	4,80
			4,00	2,38	5,50
			4,40	2,73	6,00
		1,50	4,70	1,91	4,40
			5,20	2,21	4,90
			5,60	2,42	5,30
			6,00	2,64	5,70
			6,36	2,85	6,00
Напорный режим					
5	Раструбный с коническим выходным звеном	1,00	3,00	1,66	4,20
			3,50	2,02	5,00
		1,25	5,00	1,96	4,50
			6,00	2,45	5,40
		1,50	7,00	2,24	4,40
			8,00	2,40	5,00
			8,50	2,58	5,30
		2,00	13,50	2,86	4,90
			14,50	3,01	5,10
			16,00	3,11	5,70
			16,50	3,22	5,90

Таблица № 5.

№	Расход , м³/с	Глубина воды перед трубой, м	Скорость на выходе	Расход, м³/с	Глубина воды перед трубой	Скорость на выходе из трубы, м/м
	Отверстие трубы		2,0х2,0	Отверстие трубы		3,0х2,5
1	15,4	2,88	6,1	23,0	2,86	4,8
2	16,0	2,99	6,3	23,5	2,92	4,9
3	16,5	3,07	6,5	24,0	2,98	5,0
4	16,0	3,16	6,7	24,5	3,04	5,1
5	17,5	3,25	6,9	25,0	3,10	5,2
6	18,0	3,35	7,1	25,5	3,16	5,5
7	19,0	3,56	7,5	26,6	3,22	5,5
8	20,0	3,75	7,9	27,0	3,34	5,7
9	21,0	3,97	8,3	28,0	3,47	5,9
10				29,0	3,61	6,1
11				30,0	3,75	6,3
	Отверстие трубы		2,5х2,0	31,0	3,89	6,4
12	19,3	2,88	6,1	31,5	3,97	6,6
13	20,0	2,97	6,3			
	Отверстие трубы		3,0х2,5	Отверстие трубы		4,0х2,5
14	20,5	3,04	6,5	31,0	2,89	4,9
15	21,0	3,11	6,5	32,0	2,98	5,0
16	21,5	3,19	6,8	33,0	3,07	5,2
17	22,0	3,25	6,9	34,0	3,16	5,4
18	23,0	3,4	7,2	35,0	3,25	5,5
19	24,0	3,57	7,5			

20	25,0	3,74	7,9	36,0	3,35	5,7
21	26,0	3,91	8,2	37,0	3,44	5,8
22	26,5	4,0	8,3	38,0	3,54	6,0
23				39,0	3,66	6,1
24				40,0	3,75	6,3
25				41,0	3,86	6,4
26				42,0	3,97	6,6

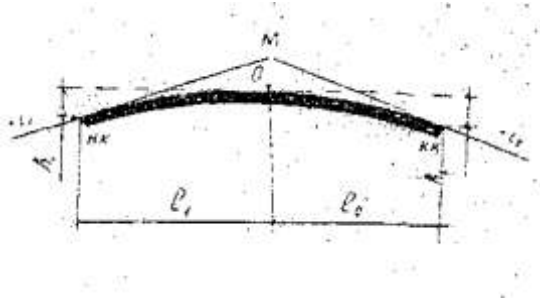
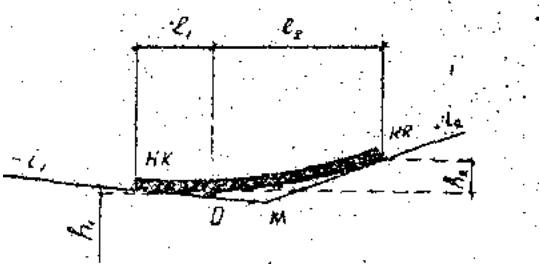
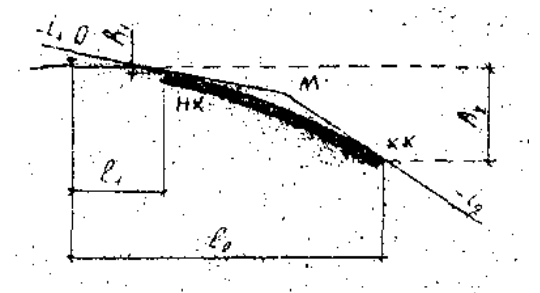
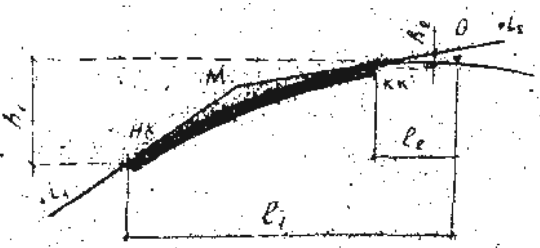
Таблица № 6.

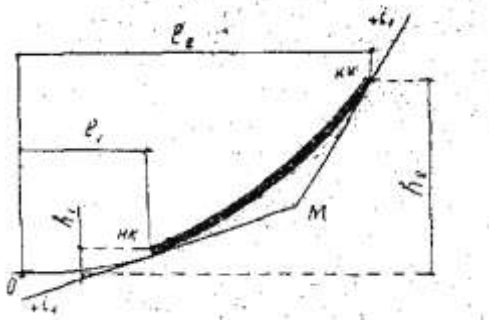
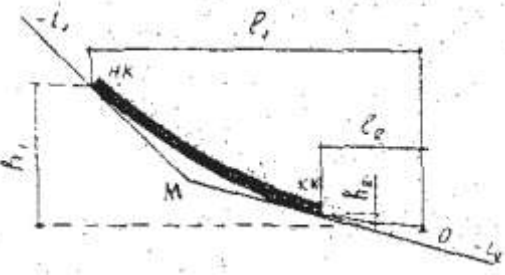
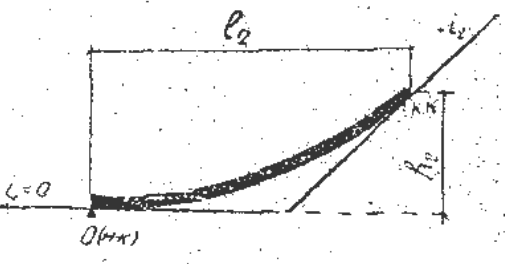
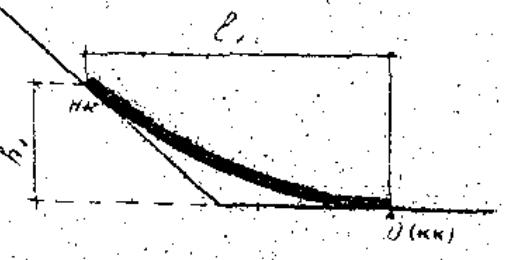
№	Расход м ³ /с, при отверстии трубы				Глубина воды перед трубой	Скорость на выходе из трубы
	2,0 x 2,0	2,5 x 2,0	3,0 x 2,5	4,0 x 2,5		
1	1,0	1,25	1,50	2,0	0,45	1,8
2	2,8	2,5	3,0	4,0	0,71	2,3
3	3,0	3,75	4,5	6,0	0,94	2,7
4	4,0	5,0	6,0	8,0	1,13	2,9
5	5,0	6,25	7,5	10,0	1,32	3,2
6	6,0	7,5	9,0	12,0	1,48	3,4
7	7,0	8,75	10,5	14,0	1,66	3,5
8	8,0	10,0	12,0	16,0	1,82	3,9
9	9,0	11,25	13,5	18,0	1,97	4,1
10	10,0	12,5	15,0	20,0	2,11	4,2
11	11,0	13,75	16,5	22,0	2,27	4,4
12	12,0	15,75	18,9	25,2	2,49	4,6
13	13,0	17,5	21,0	28,0	2,65	4,7
14	15,0	18,75	22,5	30,0	2,77	4,8

Таблица 7

Длина пролетного строения ℓ_n , м	Длина пролетного строения ℓ_o , м	Высота насыпи $H_{\text{нас}}$, м	$\Delta \ell_o$, м (см. рисунок)	Ширина отверстия по дну $b_{\text{дн}}$, м	Предельные расходы $Q_{\text{пр}}$, м ³ /с, допускаемые скорости под мостом $v_{\text{доп}}$, м/с и соответствующие им глубины H и h_m , м при типах укрепления															
					Каменная наброска				Монолитный бетон				Плиты 50×50, толщиной $\delta=10$ см				Гибкие плитные покрытия толщиной $\delta=7,5$ см			
					$Q_{\text{пр}}$, м ³ /с	$v_{\text{доп}}$, м/с	H	h_m	$Q_{\text{пр}}$, м ³ /с	$v_{\text{доп}}$, м/с	H	h_m	$Q_{\text{пр}}$, м ³ /с	$v_{\text{доп}}$, м/с	H	h_m	$Q_{\text{пр}}$, м ³ /с	$v_{\text{доп}}$, м/с	H	h_m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Схема 1. Мост с массивными опорами																				
6,00	4,60	2,5	0,40	3,20	1,6	2,08	0,44	0,20	15,5	4,43	2,00	0,87	2,8	2,50	0,64	0,29	2,2	2,29	0,54	0,25
		6,0	0,85	2,90	1,2				21,7	5,42	3,00	1,33	2,1				1,7			
9,30	7,90	3,0	0,30	7,30	3,10				41,6	4,95	2,50	1,09	5,4				4,2			
		8,0	1,10	5,70	2,40				42,6	5,42	3,00	1,33	4,2				3,3			
11,50	10,00	3,5	0,45	9,10	3,8				68,1	5,42	3,00	1,33	6,7				5,2			
		8,0	1,20	7,60	3,2				56,9	5,42	3,00	1,33	5,6				4,3			
13,50	12,00	5,0	0,80	10,40	4,4				77,8	5,42	3,00	1,33	7,7				5,9			
		8,0	1,20	9,60	4,0				71,8	5,42	3,00	1,33	7,1				5,5			
16,50	15,00	5,0	0,8	13,40	5,6				100,3	5,42	3,00	1,33	9,9				7,7			
		8,0	1,20	12,60	5,3				94,3	5,42	3,00	1,33	9,3				7,2			

Таблица 8.
Схемы для расчета вертикальных кривых

№	Расположение кривой	Расчетная формула
1		$O = M - \frac{l_1 + l_2}{2} + l_1$ $K = l_1 + l_2$
2		$O = M - \frac{l_1 + l_2}{2} + l_1$ $K = l_1 + l_2$
3		$O = M - \frac{l_2 - l_1}{2} - l_1$ $K = l_2 - l_1$
4		$O = M - \frac{l_1 - l_2}{2} + l_1$ $K = l_1 - l_2$

№	Расположение кривой	Расчетная формула
5		$O = M - \frac{l_2 - l_1}{2} - l_1$ $K = l_2 - l_1$
6		$O = M - \frac{l_1 - l_2}{2} + l_1$ $K = l_1 - l_2$
7		$O = M - \frac{l_2}{2}$ $K = l_2$
8		$O = M - \frac{l_1}{2} + l_1$ $K = l_1$

Литература

1. ШНК 2.05.02-07 «Автомобильные дороги». Давархитеккуруилишкун. 2008г. 89с.
2. Федотов Г.А., Пospelов П.И. «Изыскание и проектирование автомобильных дорог» М. «ВШ» Москва 2009 г. 646 с.
3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. «Проектирование автомобильных дорог» I-II часть Москва 1987г.
4. Бируля А.К. «Проектирование автомобильных дорог». Москва: Транспорт. 1962г. – 654с.
5. Красильщиков И.М., Елизаров Л.В. «Проектирование автомобильных дорог». Москва: Транспорт. 1986г. – 215с.
6. Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. Москва : 1978г. 250с.
7. Автомобильные дороги. Под редакцией В.С.Поряжнюкова М. «Т.» 1983 г. 303 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Назначение основных параметров автомобильных дорог по ШНК 2.05.02-07.АД.....	3
2. Расчет ширины проезжей части и земляного полотна.....	5
3. Определение коэффициента сопротивления качению.....	8
4. Нанесение на топокарте вариантов трассы автомобильной дороги в сложных условиях.....	11
5. Составление ведомости прямых и кривых.....	13
6. Сравнение вариантов трассы автомобильной дороги.....	18
7. Проектирование плана автомобильной дороги.....	19
8. Методы определения отметок земли по трассе автомобильной дороги.....	21
9. Расчет видимости на автомобильной дороге.....	24
10. Расчет отверстий водопропускных труб.....	28
11. Расчет отверстий и высоты малых искусственных сооружений.....	31
12. Нанесение штампа «Продольного профиля». Назначение контрольных и руководящих отметок. Нанесение проектной линии.....	35
13. Проектирование вертикальных кривых	39
14. Литература.....	50

